



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ VÝROBNÍHO OBJEKTU S ADMINISTRATIVOU

HEATING OF THE PRODUCTION FACILITY WITH ADMINISTRATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Bardarov

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN TOPIČ, Ph.D.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	David Bardarov
Název	Vytápění výrobního objektu s administrativou
Vedoucí práce	Ing. Jan Topič, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	5. 6. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.

Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.

Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

Obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu, volba zdroje tepla,
- výpočet tepelného výkonu, energetický štítek obálky budovy,
- návrh otopných ploch, návrh zdroje tepla,
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,

- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel, návrh zabezpečovacího zařízení,

- návrh výše nespecifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy

- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.

j) závěr,

k) seznam použitých zdrojů,

l) seznam použitých zkratk a symbolů,

m) seznam příloh,

n) přílohy – výkresy

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Jan Topič, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se skládá z třech hlavních částí. První část je teoretická a je zaměřena na otopné soustavy, jejich typy a oběhová čerpadla. Druhá část je výpočtová a řeším v ní systém vytápění a ohřev teplé vody průmyslové haly s kancelářskou částí v Troubsku. Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepenou budovu. Vytápěny budou obě podlaží. Vytápění je řešeno otopnými a deskovými tělesy. Zdrojem tepla jsou dva plynové kondenzační kotle. V bakalářské práci jsou zpracovány kompletní výpočty a navrženy důležité prvky pro správný chod systému. V třetí závěrečné části jsem zpracoval technickou zprávu a výkresovou dokumentaci.

KLÍČOVÁ SLOVA

Otopná soustava, plynový kondenzační kotel, desková otopná tělesa, oběhová čerpadla, tepelný výkon, Techcon, návrh dimenzí, zabezpečovací zařízení, příprava teplé vody,

ABSTRACT

This Bachelor thesis consists of three main parts. The first one is theoretical and describes heating systems, their types and circulation pumps. The second part consists of calculations and describes heating framework and heating water in an industry hall with office in region Troubsko. It is a two-floor building with no basement. Both floors will be heated by board and tubular radiators. The source of heating will be two gas condensation boilers. There will be complete calculations and suggested important elements needed for running the whole system compiled in this Bachelor thesis. In the final part I processed technical report and drawing documentation.

KEYWORDS

Heating systems, radiators, hot water preparation, gas condensing boiler, sizing and hydraulic assessment, safety equipment, circulation pumps, Techcon

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

David Bardarov *Vytápění výrobního objektu s administrativou*. Brno, 2020. 124 s., 6 s. příl.

Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jan Topič, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vytápění výrobního objektu s administrativou* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 5. 6. 2020

David Bardarov

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vytápění výrobního objektu s administrativou* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 5. 6. 2020

David Bardarov

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Janu Topičovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a ochotu při zpracování bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval celé rodině a přátelům za podporu v průběhu celého studia.

OBSAH

A. TEORETICKÁ ČÁST	15
A.1. Úvod	15
A.2. Otopná soustava	15
A.2.1. Dělení otopných soustav	16
A.2.2. Teplovodní otopné soustavy	17
A.3. Oběhová čerpadla	20
A.3.1. Průtok čerpadla	20
A.3.2. Dopravní výška čerpadla H	21
A.3.3. Výkon čerpadla	22
A.3.4. Pozitivní sací výška	22
A.3.5. Návrh čerpadel	23
A.4. Hydraulická charakteristika tepelné soustavy	24
A.4.1. Pole charakteristik čerpadla	25
A.4.2. Tvar křivky charakteristiky čerpadla	26
A.4.3. Regulovatelná čerpadla	27
A.4.4. Volba čerpadel a tepelný výkon topných těles	29
A.4.5. Konstrukce čerpadel	29
A.4.6. Montáž čerpadel	31
B. Výpočtová část	32
B.1. Analýza objektu	32
B.2. Výpočet součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí	32
B.2.1. Konstrukce obvodové stěny S1a-Výrobní část objektu	34
B.2.2. Konstrukce obvodové stěny S1b- Západní strana kancelářské části objektu	35
B.2.3. Konstrukce obvodové stěny S1c-Jižní strana kancelářské části objektu	36

B.2.4.	Konstrukce obvodové stěny S1 d-sklad uhlíku	37
B.2.5.	Konstrukce nosné stěny S2 dělící kancelářskou a výrobní část objektu	38
B.2.6.	Konstrukce podlahy P1 kancelářské části objektu	39
B.2.7.	Konstrukce podlahy P2 výrobní části objektu	40
B.2.8.	Konstrukce střechy R1 nad kancelářskou částí objektu	41
B.2.9.	Konstrukce střechy R2 nad výrobní částí objektu	42
B.2.10.	Konstrukce stropů T1 nad 1.NP kancelářskou částí objektu	43
B.2.11.	Konstrukce stropů T2 nad 1.NP výrobní částí objektu	44
B.2.12.	Posouzení součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí.....	45
B.3.	Energetický štítek budovy	45
	Předběžná tepelná ztráta budovy – obálková metoda	49
B.4.	Výpočet tepelných ztrát	50
B.4.1.	Ruční metoda	50
B.4.2.	Výpočet tepelných ztrát všech místností- Techcon	52
B.5.	Návrh otopných těles.....	69
B.5.1.	Specifikace otopných těles a prvky pro jejich ovládání	70
B.5.2.	Armatury otopných těles.....	72
B.6.	Návrh přípravy teplé vody	73
B.7.	Návrh zdroje tepla.....	76
B.8.	Návrh zařízení technické místnosti.....	77
B.8.1.	Expanzní zařízení	77
B.8.2.	Návrh pojistného ventilu	79
B.8.3.	Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků	80
B.8.4.	Automatické doplňování vody	81
B.8.5.	Rozdělovač a sběrač	82

B.9.	Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí	84
B.9.1.	Dimenzování větve V1	84
B.9.2.	Dimenzování větve V2	85
B.9.3.	Dimenzování větve V3	85
B.9.4.	Dimenzování větve V4	86
B.9.5.	Dimenzování kotlového okruhu	87
B.9.6.	Dimenzování okruhu pro ohřev TV	88
B.10.	Návrh oběhových čerpadel	88
B.10.1.	Návrh oběhového čerpadla č.1- Větev 1	89
B.10.2.	Návrh oběhového čerpadla č.2- Větev 2	90
B.10.3.	Návrh oběhového čerpadla č.3- Větev 3	91
B.10.4.	Návrh oběhového čerpadla č.4- Větev V4	92
B.11.	Kompensace délkových změn potrubí	93
B.11.1.	Návrh izolace potrubí	95
B.12.	Návrh větrání technické místnosti	101
B.12.1.	Tepelná bilance technické místnosti v zimě	101
B.12.2.	Tepelná bilance technické místnosti v létě	102
B.13.	Roční spotřeba tepla a paliva	105
B.13.1.	Příprava teplé vody	105
B.13.2.	Vytápění- krytí tepelné ztráty prostupem a přirozeným větráním	106
B.13.3.	Roční spotřeba zemního plynu pro vytápění a ohřev vody	106
C.	Technická zpráva	107
C.1.	Úvod	107
C.2.	Popis objektu	107
C.3.	Podklady pro zpracování	107

C.4.	Tepelná ztráta objektu	108
C.5.	Potřeba energie a spotřeba paliv.....	108
C.6.	Technické řešení.....	108
C.6.1.	Zdroj tepla	108
C.6.2.	Příprava teplé vody.....	109
C.6.3.	Expanzní a zabezpečovací zařízení.....	109
C.7.	Otopná soustava	109
C.7.1.	Popis otopné soustavy	109
C.7.2.	Popis otopných těles.....	109
C.7.3.	Rozvody potrubí.....	110
C.8.	Požadavky na ostatní profese	110
C.8.1.	Stavební práce.....	110
C.8.2.	Vzduchotechnika.....	110
C.8.3.	Zdravotechnika.....	110
C.8.4.	Elektroinstalace	111
C.8.5.	Plynofikace.....	111
C.8.6.	Montáž a uvedení do provozu	111
C.8.7.	Ochrana zdraví a životního prostředí.....	112
D.	Závěr	113
E.	Seznam použitých zdrojů	114
E.1.	Seznam použité literatury:.....	114
E.2.	Seznam internetových zdrojů:	114
F.	Seznam použitých zkratk a označení	117
G.	Seznam příloh	119
H.	Seznam obrázků, tabulek a technických údajů	120

H.1. Seznam obrázků	120
H.2. Seznam tabulek	122
H.3. Seznam technických údajů	124

A. TEORETICKÁ ČÁST

A.1. Úvod

Úkolem vytápění je zajistit tepelnou pohodu člověka, což znamená vytvořit v objektu tepelný stav prostředí, ve kterém se člověk cítí příjemně - není mu teplo ani zima. Správně navržený, instalovaný a provozovaný otopný systém spoluvytváří příznivé klima pro pobyt a práci osob v uzavřených prostorech za cenu minimální spotřeby energie a paliva. Dnešní domy už si nedovedeme představit bez ústředního vytápění. [2]

Tepelná soustava

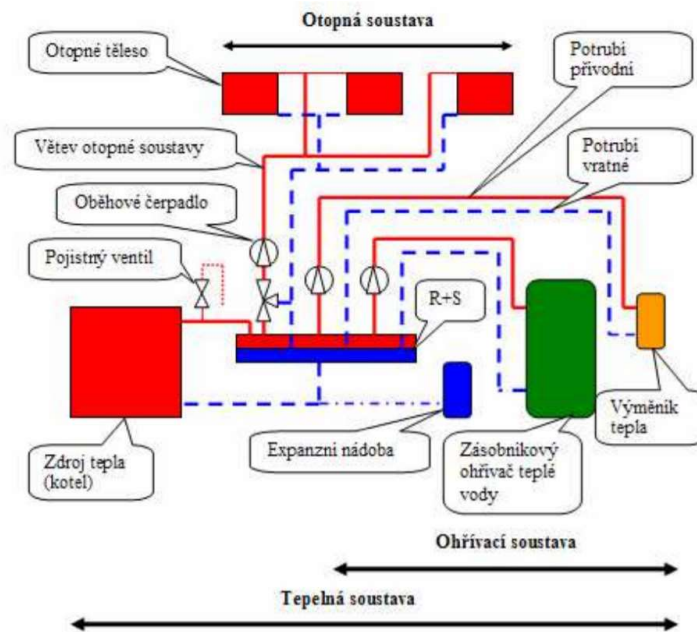
Je to složitý systém mnoha spolupůsobících složek za účelem vytvoření ideální tepelné pohody člověka v objektu. Složky, které se na tom podílí můžeme rozdělit do tří základních skupin:

- Zdroje tepla, kde teplo vzniká
- Rozvodná zařízení, která zajišťují přenos teplonosné látky od zdroje k odběrnému místu
- Odběrná místa, která šíří teplo do prostoru [1] [2]

A.2. Otopná soustava

Jedna ze složek tepelné soustavy. Obsahuje mnoho spolupůsobících technických zařízení, která slouží jako rozvodné zařízení v tepelné soustavě mezi zdrojem tepla a koncovými prvky. V případě, že zdroj tepla slouží pouze pro vytápění, je otopná soustava rovna tepelné soustavě. Otopnou soustavu můžeme rozdělit na dva základní typy:

- Lokální zdroj tepla se nachází v dané místnosti a přímo do ní předává teplo
- Ústřední otopná soustava bere teplo z místnosti, kde se nachází zdroj tepla a dopravuje ho uvnitř celého objektu [1] [3]



Obrázek 1: Příklad vodní tepelné soustavy [4]

A.2.1. Dělení otopných soustav

Otopné soustavy se mohou dělit z mnoha hledisek. Základní dělení už je uvedeno výše. Základní hlediska podle kterých můžeme soustavy dělit jsou:

- Z hlediska typu teponosné látky, která rozvádí teplo v objektu
 - vodní otopné soustavy
 - parní otopné soustavy
 - teplovzdušné otopné soustavy
 - elektrické otopné soustavy
- U parních otopných soustav z hlediska míry přetlaku páry
 - podtlakové, kde je přetlak páry menší než atmosférický tlak
 - nízkotlaké, kde je hodnota přetlaku páry maximálně do 70 kPa
 - středotlaké, kde je hodnota přetlaku maximálně do 1600 kPa
 - vysokotlaké, kde je hodnota přetlaku páry vyšší než 1600 kPa
- U vodních otopných soustav z hlediska teploty topné vody

-nizkoteplotní, kde je teplota otopné vody maximálně 65°C

-teplovodní, kde je teplota otopné vody maximálně 115°C

-horkovodní, kde je teplota otopné vody nad 115°C

- U vodních otopných soustav z hlediska způsobu cirkulace topné vody

-s přirozeným oběhem využívající gravitační sílu

-s nuceným oběhem využívající **oběhová čerpadla**

- Z hlediska provedení trubkových rozvodů

-jednotrubkové (vždy u vodních otopných soustav s nuceným oběhem)

-dvoutrubkové [3]

A.2.2. Teplovodní otopné soustavy

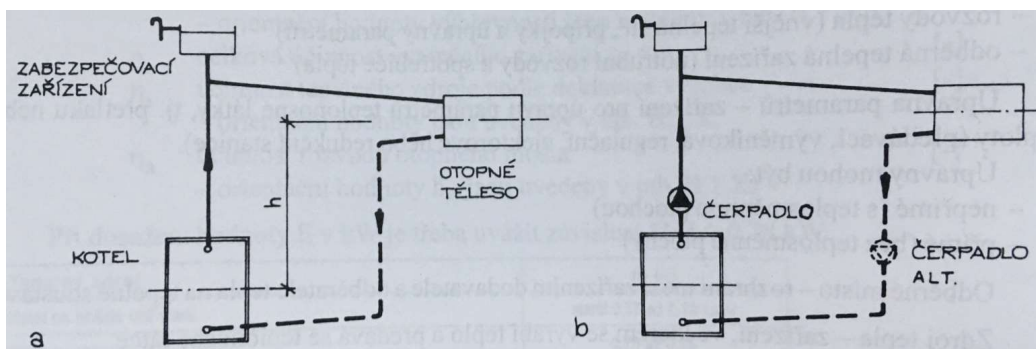
Teplovodní otopné systémy jsou v dnešní době nejrozšířenějšími otopnými systémy. Používají se nejvíce u objektů, kde probíhá provoz bez přestávek, popřípadě s krátkými přestávkami. Jejich charakteristickými vlastnostmi jsou nízký vliv na hygienu prostředí a nízká teplota otopných ploch nebo s ohledem na požární ochranu. Výhodou je vysoká tepelná kapacita a jednoduchá regulace. Nevýhodou je riziko zamrznutí při nízkých teplotách a náchylnost ke korozi kovových částí.

Nejčastější materiály užívané k rozvodům otopné vody je ocel, měď a plastová potrubí.

Rozdělit je můžeme na dva základní typy:

-teplovodní soustava s přirozeným oběhem

-teplovodní soustava s nuceným oběhem [1] [5]



Obrázek 2: Základní schémata teplovodních soustav, a-s přírozeným oběhem teplotnosné látky, b- s nuceným oběhem teplotnosné látky [1]

A.2.2.1 Teplovodní otevřená otopná soustava s přírozeným oběhem

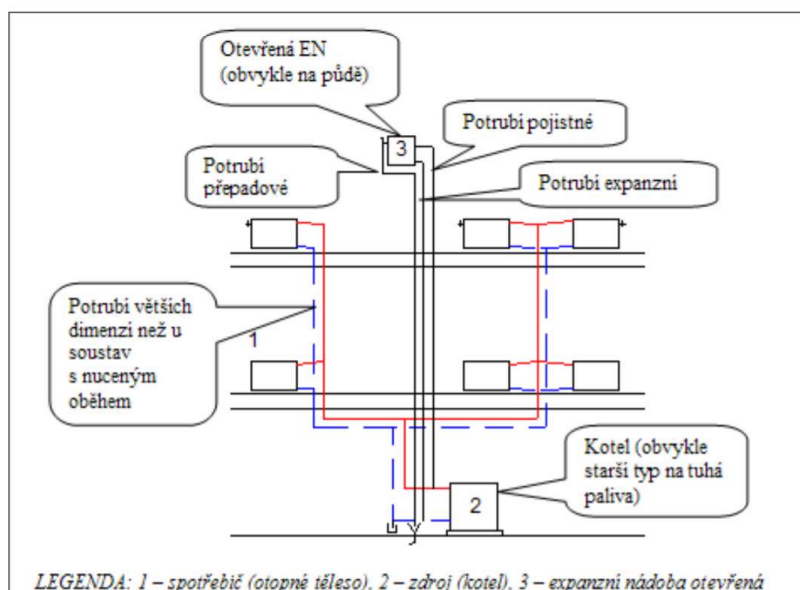
Tento typ otopné soustavy se už neprovádí, ale často se s ním můžeme setkat u starších objektů. Princip rozvodu otopné vody je založen na rozdílných hustotách teplé přívodní vody a studené vratné vody. Zdroj tepla se nejčastěji umísťuje pod úroveň nejnižších otopných těles, ale je možné provést i soustavu s horním rozvodem, což je ale podstatně finančně náročnější a složitější. Mezi výhody patří například nezávislost na elektrické energii. Nevýhodou těchto soustav jsou velké tepelné setrvačnosti nebo velké dimenze potrubních rozvodů. [2] [4]

Pracovní tlak p_h je dán vztlakem p_g :

$$p_g = g \cdot h \cdot (\rho_2 - \rho_1) \quad (\text{Pa})$$

kde

- h - vzdálenost mezi středem kotle a středem otopného tělesa v m
- ρ_1 - hustota přiváděné vody v teplotě t_1 v kgm^{-3}
- ρ_2 - hustota vratné vody o teplotě t_2 v kgm^{-3} [3]



Obrázek 3: Příklad otopné soustavy s přirozeným oběhem vody, otevřené, dvoutrubkové, se spodním rozvodem [4]

A.2.2.2 Teplovodní uzavřená otopná soustava s nuceným oběhem

Tento typ je v dnešní době nejčastějším typem otopných soustav. Princip rozvodu otopné vody je založen na práci oběhových čerpadel, která jsou schopna překonat několikanásobně větší tlakové ztráty. Zdroj tepla na rozdíl od přirozených oběhů vody už není důležité umísťovat pod úroveň otopných těles, ale můžeme ho umístit klidně i nad ně. Výhodou těchto systémů je snadná regulace a rychlý zátop a možnost použití menších dimenzí potrubních rozvodů. Nevýhody těchto soustav je nutnost využívání elektrické energie. [2] [4]

Pracovní tlak p_h je dán součtem účinného vztlaku p_g a tlaku čerpadla $p_{\check{c}}$:

$$p_h = p_g + p_{\check{c}} \quad p_g = 0,7 \cdot g \cdot h \cdot (\rho_2 - \rho_1)$$

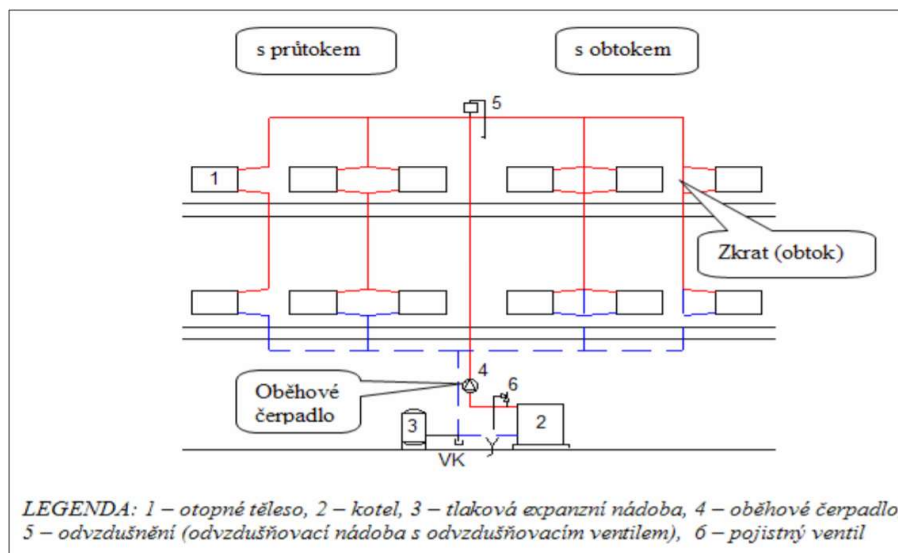
kde

- $p_{\check{c}}$ - pracovní tlak čerpadla (Pa) alternativně vyjadřován:

- hodnotou měrné energie čerpadla Y (J kg^{-1}),

- v praxi často tzv, dopravní výškou čerpadla H (m v. sl.)

- p_g - část účinného vztlaku určená ze vztahu $p_g = 0,7 \cdot g \cdot h \cdot (\rho_2 - \rho_1)$, vzhledem k převažující složce tlaku čerpadla p_c se tato složka započítává jen u soustav budov nad 5 podlaží [3]



Obrázek 4: Příklad otopné soustavy s nuceným oběhem vody, uzavřené, jednotrubkové, se spodním rozvodem, vertikální [4]

A.3. Oběhová čerpadla

Základním úkolem oběhových čerpadel v nucených otopných soustavách je zajistit cirkulaci otopné vody mezi kotlem a otopnými tělesy nebo rozvod teplé vody po objektu. Nejdůležitější vlastnosti čerpadel jsou dlouhá životnost a bezproblémovost při užívání. Z finanční stránky je důležité zvolit čerpadlo, které zvládne dopravit potřebné množství vody za nejmenší cenu z hlediska spotřeby energie. Důležité jsou také akustické vlastnosti čerpadel. Při návrhu čerpadel musíme znát charakteristiku čerpadla a charakteristiku potrubí.

A.3.1. Průtok čerpadla

Je to čerpadlem dopravovaný využitelný objemový tok z jeho výtlačného průřezu. Průtok systému spočítáme součtem tepla předaného spotřebiči a tepelných ztrát při rozvodu tepla. [6]

$$q_v = \frac{\Phi_H + \Phi_V}{\rho \cdot c \cdot \Delta\theta}$$

kde:

Φ_H	W	tepelný tok ve spotřebiči
Φ_V	W	tepelné ztráty při rozvodu tepla
$\Delta\theta$	K	teplotní spád, rozdíl teplot tepelného toku
c	$\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	měrná tepelná kapacita (voda $c=4,196 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
ρ	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	hustota (voda při 80 °C = 971,6 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

Poznámka:

Hustota může být v topenářské technice stanovena s dostatečnou přesností na 1000 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Vzorec 1: Vzorec pro výpočet průtoku čerpadlem [6]

A.3.2. Dopravní výška čerpadla H

Dopravní výška systému je energie předaná čerpadlem dopravované kapalině.

Vztahujeme ji ke gravitačnímu zrychlení a jednotkou je běžný metr [6]

$$H = \frac{\sum (l \cdot R + Z)}{\rho \cdot g}$$

kde:

l	m	délka potrubí
R	[Pa/m]	tlaková ztráta
Z	[Pa]	místní odpor
ρ	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	hustota (voda při 80 °C = 971,6 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
g	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	gravitační zrychlení = 9,81 $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

Vzorec 2: Vzorec pro výpočet dopravní výšky čerpadla H [6]

A.3.3. Výkon čerpadla

Je to užitečný výkon předaný oběhovým čerpadlem dopravnímu toku. [6]

$$P = \rho \cdot g \cdot q_v \cdot H$$

Kde:

q_v	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	objemový tok (\dot{V})
P	W	výkon čerpadla
g	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	tíhové zrychlení = $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
ρ	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	hustota
H	mWS	dopravní výška

Vzorec 3: Vzorec pro výpočet dopravní výšky čerpadla H [6]

A.3.4. Pozitivní sací výška

Pozitivní sací výška $H = \text{NSPH}$ (Net Positive Suction Head) je přebytek energie po odečtení ekvivalentu tlaku nasycených par v sacím hrdle čerpadla. Pozitivní sací výška systému musí být bezpodmínečně vyšší, než je výrobcem udávaná hodnota NSPH čerpadla, aby se zabránilo kavitaci. [6]

$$H = \frac{p_d - p_{st}}{\rho \cdot g} + \frac{w_d^2 - w_s^2}{2g} + (h_d - h_s)$$

kde:

p_d	Pa	dynamický tlak
p_{st}	Pa	statický tlak
ρ	kg.m ⁻³	hustota
g	m.s ⁻²	gravitační zrychlení = 9,81 m.s ⁻²
w_d	m.s ⁻¹	rychlost ve výtlačném hrdle
w_s	m.s ⁻¹	rychlost v sacím hrdle
h_d	m	geodetická výška výstupního hrdla
h_s	m	geodetická výška sacího hrdla

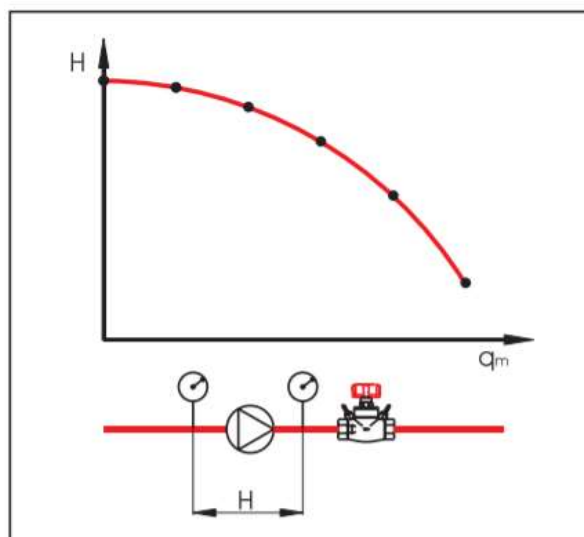
Vzorec 4: Vzorec pro výpočet pozitivní sací výšky [6]

A.3.5. Návrh čerpadel

Pro návrh čerpadel musíme sestrojit křivku zvanou charakteristika čerpadla a křivku charakteristiky potrubní sítě. V místě jejich průsečíku najdeme tzv. Pracovní bod, který nám značí průtok vody a výtlačnou výšku při kterých čerpadlo optimálně pracuje. [6]

Charakteristika čerpadla

Udává závislost mezi průtokem vody a tlakem v čerpadle při konstantním počtu otáček. Křivku můžeme sestrojit na základě dopravní výšky čerpadla na ose y a objemu protékající vody na ose x. Křivka má logicky klesající tvar zleva doprava. Při nulovém průtoku vody má dopravní výška čerpadla nejvyšší možnou hodnotu, protože dochází k největšímu tlaku. [6]

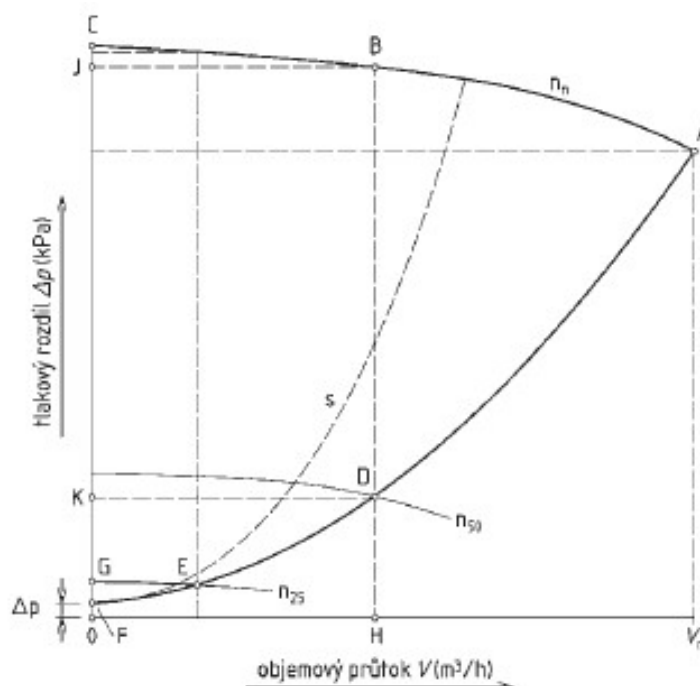


Obrázek 5: Charakteristika čerpadla [6]

A.4. Hydraulická charakteristika tepelné soustavy

Hydraulickou charakteristikou tepelné soustavy (obr. 6) se rozumí závislost tlakového rozdílu Δp [kPa] na objemovém průtoku V [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$] v místě hlavního oběhového čerpadla soustavy, tj. ve zdroji tepla. Provozní body uvedené charakteristiky získáme obecně jako průsečíky charakteristik oběhového čerpadla s charakteristikami potrubní sítě. Charakteristik oběhového čerpadla se spojitě proměnnými otáčkami je velký počet. Základní charakteristika potrubní sítě je dána parabolou 2. stupně FEDA vycházející z bodu F. Když regulační ventily v soustavě snižují průtok soustavou, vzniknou z FEDA další charakteristiky potrubní sítě, které také vycházejí z bodu F a jejich průběh při uzavírání regulačních ventilů se stává strmější. Při konstrukci hydraulické charakteristiky tepelné soustavy se vychází ze základní charakteristiky oběhového čerpadla při plných otáčkách n_n [min^{-1}]. Dále zkonstruujeme charakteristiky oběhového čerpadla při otáčkách snížených na 50 % i na 25 %, tj. na n_{50} a na n_{25} [min^{-1}]. Dále se vychází z charakteristiky potrubní sítě dané body FEDA vycházející z bodu F. Průsečíky charakteristiky potrubní sítě s charakteristikami oběhového čerpadla při uvedených otáčkách jsou v bodech A, D a E. Tyto body tvoří převážnou část hledané hydraulické charakteristiky tepelné soustavy. Úplnou část charakteristiky získáme z následující úvahy. Protože se nedoporučuje snižovat otáčky oběhových čerpadel pod 25 %, musí čerpadlo při dosažení této hranice shora již pracovat při stálých otáčkách n_{25} . Průtok se přitom může snižovat až k nule. Celá

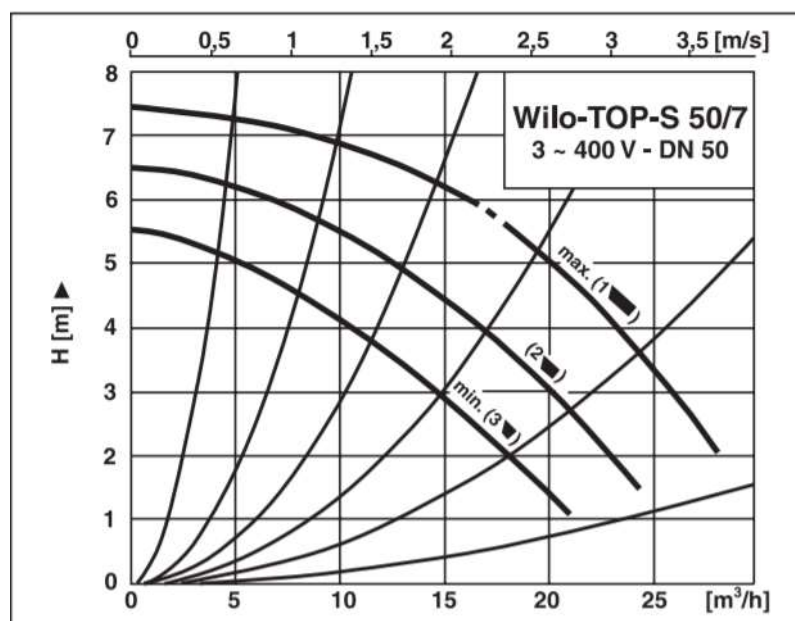
hydraulická charakteristika tepelné soustavy je potom dána křivkou ADEG. Tato křivka je v části ADE shodná s charakteristikou potrubní sítě. Znamená to, že tlakový rozdíl oběhového čerpadla je plně přizpůsoben tlakovým ztrátám potrubní sítě. Nedochází tak ke zbytečné nadměrné „dodávce“ tlakového rozdílu do soustavy a oběhové čerpadlo pracuje s minimálním čerpacím výkonem. [7]



Obrázek 6: Hydraulická charakteristika tepelné soustavy [7]

A.4.1. Pole charakteristik čerpadla

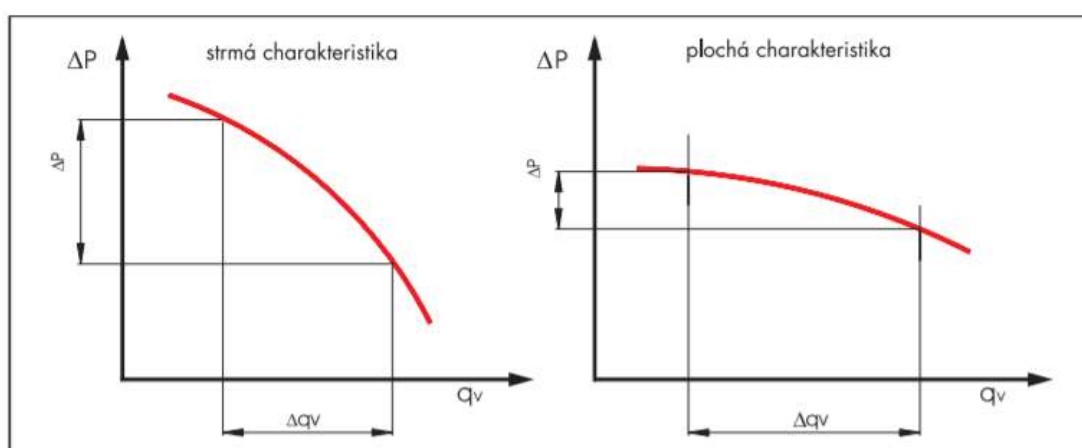
Pro jednodušší přizpůsobení určitého čerpadla charakteristikám různých potrubních sítí nebo provozním stavům byla vyvinuta čerpadla s polem charakteristik. Tím bylo docíleno snížení počtu typů různých čerpadel. U dnešních čerpadel se třemi počty otáček je nejnižší stupeň zvolen tak, aby vykazoval přibližně 50 % výkonu nejvyššího stupně. Toto rozšíření pracovního rozsahu umožňuje dokonalejší přizpůsobení provozním stavům. Samozřejmým předpokladem je návrh čerpadla pro maximální počet otáček. To je jediný způsob, jakým může být během období malého zatížení počet otáček snížen a přizpůsoben okamžité potřebě. [6]



Obrázek 7: Charakteristika čerpadla se třemi stupni otáček [6]

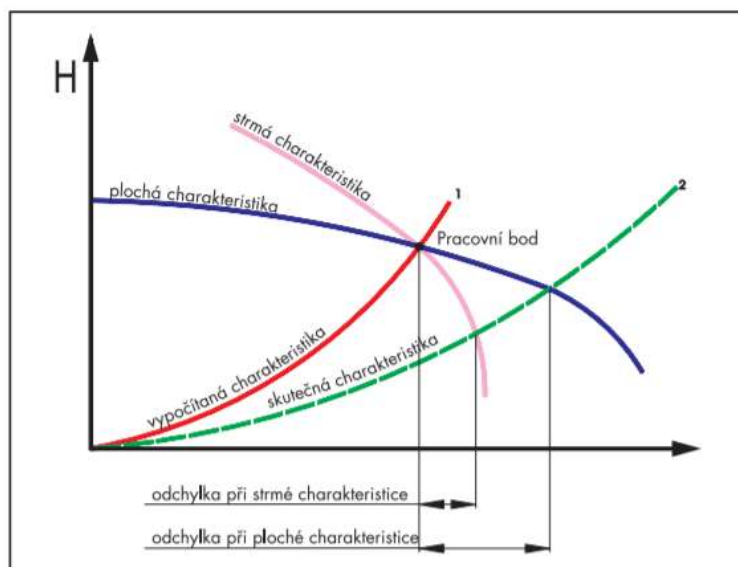
A.4.2. Tvar křivky charakteristiky čerpadla

U ploché charakteristiky čerpadla se mění dopravní výška při změně průtoku pouze nepatrně. U strmé charakteristiky se však při změně průtoku změny dopravní výška čerpadla hodně. Viz obrázek 8. [6]



Obrázek 8: Strmá a plochá charakteristika čerpadla [6]

Různé charakteristiky zařízení 1 a 2 dávají různé jmenovité provozní body BP. Z obrázku 9 je zřejmé, že odchylka je u strmé charakteristiky menší než u ploché charakteristiky. [6]



Obrázek 9: Odchyly při různých charakteristikách [6]

A.4.3. Regulovatelná čerpadla

Čerpadla se dimenzují vždy na maximální možný tepelný tok. Ve skutečnosti je tepelný tok ve většině případů nižší (během 60 % provozu je hodnota tepelného toku necelých 30 % projektované hodnoty). Z tohoto důvodu je hospodárné přizpůsobit výkon čerpadla provoznímu stavu. Zejména v případě, pokud je regulace tepelného toku prováděna škrcením a ne regulací teploty na přívodu, je hospodárnější a méně hlučné neregulovat čerpadla automaticky podle jeho škrticí křivky, ale prostřednictvím regulačních systémů. K tomu patří stupňovitá regulace změnou průměrů oběžných kol nebo počtu otáček, přestavením rozváděcích lopatek (regulace víření), připojováním nebo odpojováním čerpadel ve skupině čerpadel, nebo plynulou změnou počtu otáček pomocí změny kmitočtu. Změny kmitočtu jsou prováděny frekvenčním měničem. [6]

A.4.3.1 Elektrická změna výkonu

Snížení hydraulického výkonu čerpadla vyvolá snížení elektrického příkonu. Tím je také dosaženo snížení hlučnosti.

Možnosti změny výkonu

- přepínáním pólů

- přepínáním vinutí
- elektronicky pomocí tyristoru
- elektronickou regulací počtu otáček frekvenčním měničem

Elektronické řízení výkonu pomocí tyristoru způsobuje nežádoucí nárůst hluku motoru. Elektronická regulace fázovým posunem nebo frekvenčním měničem má výhodu v plynulosti. [6]

A.4.3.2 Druhy regulací

Regulace Δp -c

Při regulaci Δp -c udržuje elektronika v přípustném rozsahu průtoků čerpadlem vytvořený tlakový rozdíl v systému na konstantní nastavené požadované hodnotě H_s .

Regulace Δp -v

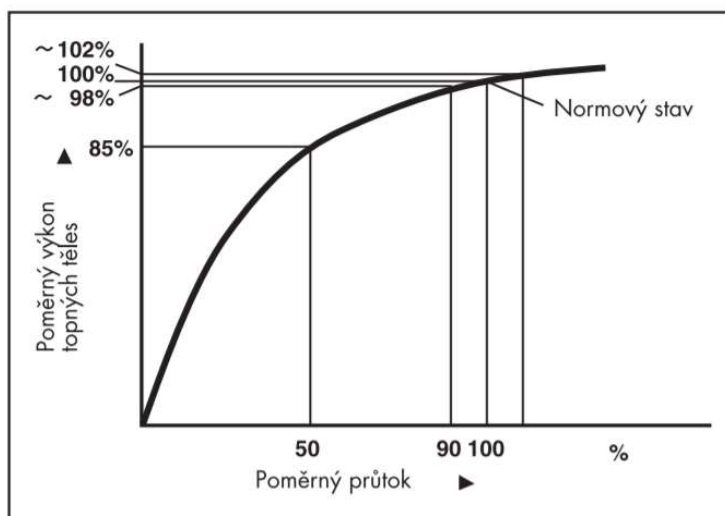
Při regulaci Δp -v řídí elektronika požadovanou hodnotu čerpadlem udržovaného tlakového rozdílu v systému lineárně mezi H_s a $1/2 H_s$. Požadovaná hodnota tlakového rozdílu H_s se mění spolu s dopravním tokem Q . [6]

A.4.3.3 Provoz čerpadla s regulovanými otáčkami

Dodatečné přizpůsobení výkonu čerpadla požadavkům odběru tepla je možné pomocí regulace počtu otáček motoru. V závislosti na druhu regulace topného systému je plného výkonu čerpadla využíváno jen v krátkém časovém období a čerpadlo může tedy být po většinu času provozováno se sníženým počtem otáček. Příkon čerpadla je pak znatelně nižší. Dnes jsou nabízeny kompaktní, elektronicky regulované čerpadlové jednotky. Ty se skládají z čerpadla, motoru, frekvenčního měniče s integrovaným vysílačem požadované hodnoty a z potřebných obslužných a zobrazovacích jednotek s rozhraními pro výstup provozních dat. Vyznačují se jednoduchou obsluhovatelností. Při výběru je nutné posoudit, zda bude dosaženo optimální účinnosti v rozsahu převažujících provozních stavů. Dále musí být zaručena dostatečná rezerva výkonu motoru pro případ přetížení. Hodnota NPSH musí být tak velká, aby se zabránilo kavitaci čerpadla. Tímto druhem provozu se šetří nejen elektrická energie v důsledku snížení cirkulujícího množství vody, ale také zabraňuje vzniku nežádoucího hluku. [6]

A.4.4. Volba čerpadel a tepelný výkon topných těles

Obrázek 12 ukazuje typickou výkonovou křivku pokojového topného tělesa. Z diagramu je patrné, jak se mění výkon topného tělesa se změnou objemového toku. Z výkonové charakteristiky je patrné, že 10 % změna objemového toku při projektované teplotě znamená jen ± 2 % změny výkonu topného tělesa. [6]

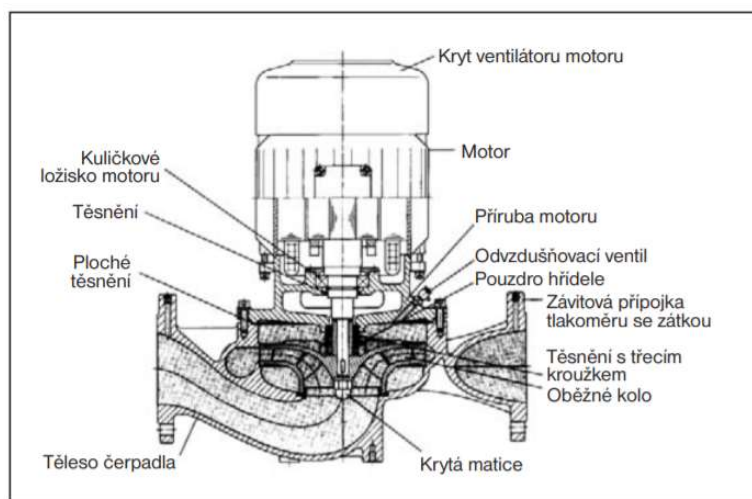


Obrázek 10: Výkonová charakteristika topného tělesa [6]

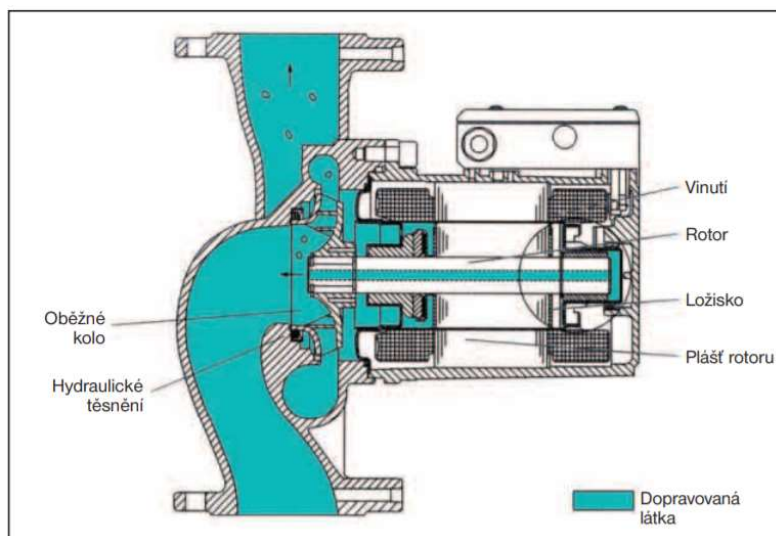
A.4.5. Konstrukce čerpadel

V zásadě je konstrukce oběhových čerpadel typu „inline“, tzn. sací i výtlačné hrdlo se nachází v jedné ose. U malých čerpadel (jmenovité světlosti do 100 mm) jsou spirálové skříně vyrobeny ze šedé litiny nebo nerezového plechu s přírubou pro upevnění elektromotoru a kotevními příchytkami. Oběžná kola z vysoce jakostního plastu, nerezového plechu nebo šedé litiny jsou vyráběna v různých velikostech pro možnost změn dopravní výšky. Podle velikosti potřebné dopravní výšky se používají axiální čerpadla pro nižší hodnoty a radiální čerpadla pro hodnoty vyšší. V topenářské technice se používají převážně dva typy oběhových čerpadel: - s obtékaným rotorem elektromotoru (čerpadla mokroběžná) - s mechanickou ucpávkou (čerpadla se suchým rotorem). Oba druhy jsou dodávány buď jako samostatné nebo jako dvojité agregáty. U čerpadel mokroběžných se všechny rotující části pohybují ve vodě, těsnění statoru je

provedeno těsnicím pouzdrem. Čerpaná voda pro vytápění zajišťuje funkci maziva ložisek rotoru. Mokroběžná čerpadla jsou nehučná a prakticky bezúdržbová. Rozsah jejich výkonů se pohybuje mezi 10 W a 2,5 kW, což odpovídá přibližně dopravním výškám do 12 m a dopravním tokům do 100 m³/h. U čerpadel se suchým rotorem je proti tomu těsnění hřídele provedeno ucpávkou s třecími kroužky z vysoce jakostních keramických materiálů, čímž se dosahuje vysoké životnosti. Hlučnost čerpadel se suchým rotorem je o něco vyšší než u čerpadel mokroběžných. Čerpadla se suchým rotorem jsou nasazována od příkonu 0,75 kW. [6]



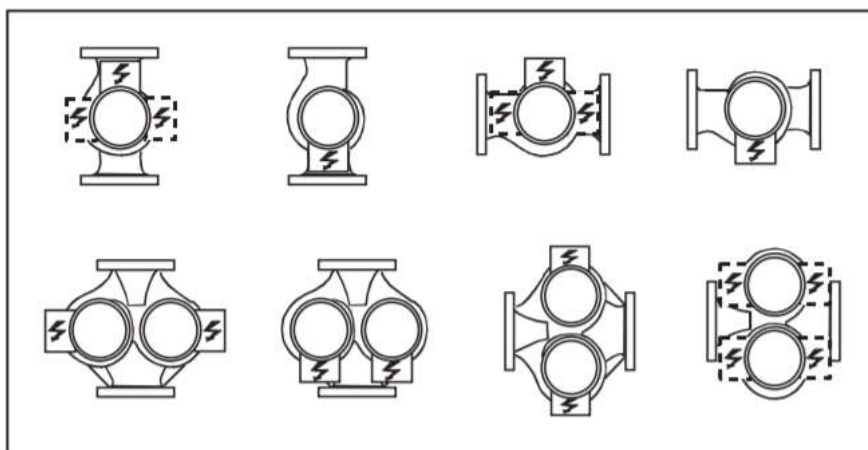
Obrázek 11: Řez čerpadlem se suchým rotorem [6]



Obrázek 12: Řez mokroběžným čerpadlem [6]

A.4.6. Montáž čerpadel

Sací potrubí čerpadel by mělo být pro dosažení příznivých poměrů proudění navrženo s nízkou tlakovou ztrátou. Na sací i výtlačné hrdlo je nutné z důvodu údržby montovat uzavírací armaturu. Čerpadla se mohou v zásadě umístit jak do přívodního, tak do zpětného potrubí. Vzhledem k nižšímu tepelnému zatížení se dává přednost montáži do zpětného potrubí. U mokroběžných čerpadel má umístění velký význam, protože topná voda plní funkci mazacího i chladicího media. Hřídel čerpadla musí být pro zajištění bezporuchového provozu montován vždy vodorovně. Při svislé montáži by bylo provozní chování nestabilní a vedlo by k rychlému výpadku čerpadla. [6]



Obrázek 13: Přípustné montážní polohy [6]

B. Výpočtová část

B.1. Analýza objektu

Projekt řeší návrh otopné soustavy objektu výrobní haly s kancelářskou částí Meduse Design. Objekt se nachází v městě Troubsko, které leží v nadmořské výšce 300 m. n. m. Budova obdelníkového půdorysu je neposklepená a má dvě podlaží, každé o konstrukční výšce 4,5m. Vstup do kancelářské části i do výrobní části se nachází na západní straně objektu. Objekt je určen primárně k výrobním účelům. V době výroby se v objektu nachází zhruba 25 zaměstnanců.

Nosným systémem objektu je ocelový skelet z I profilů a železobetonového schodiště. Opláštění objektu je provedeno ze sendvičových panelů KS1000 QUADCORE. Na západní straně se nachází jeden balkón. Objekt je větrán přirozeně, pouze v koupelnách, na záchodech a technické místnosti bude zřízeno odtažové zařízení. Jako zdroj tepla bude sloužit dvojice kondenzačních kotlů z kterých bude topná voda vedena přes HVDT do rozdělovače a sběrače. Z rozdělovače a sběrače povedou 2 větve do kancelářské části objektu části s teplotním spádem 60/45°C, 2 do výrobní části s teplotním spádem 60/45°C a jedna větev pro ohřev teplé vody části s teplotním spádem 75/60°C. Všechna otopná tělesa jsou buď desková nebo trubková. Ohřev teplé vody bude řešen smíšeným ohřevem vody přes zásobník s integrovaným výměníkem.

B.2. Výpočet součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Součinitel prostupu tepla U [$W/m^2 \cdot K$] a tepelný odpor R [$m^2 \cdot K/W$] jsou základní veličiny, které určují tepelně izolační vlastnosti konstrukcí. Abychom mohli určit tyto veličiny musíme znát skladbu konstrukce, jejich tloušťku a součinitel tepelné vodivosti λ [$W/m \cdot K$] jednotlivých vrstev.

Výpočet tepelného odporu stavební konstrukce: R [m^2KW^{-1}]

$$R = \sum R_j \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

při čemž

$$R_j = d_j / \lambda_j$$

kde

R_j tepelný odpor j-té vrstvy

d_j – tloušťka j-té vrstvy konstrukce [m]

λ_j – návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu [$\text{Wm}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$] [4]

Výpočet tepelného odporu při prostupu tepla

$$R_T = R_{si} + R + R_{se}$$

kde

R_{si} - odpor při přestupu tepla na vnitřní straně

R_{se} - odpor při přestupu tepla na vnější straně

R_{si} pro tepelný tok vodorovně (stěny) - $0,13 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$

pro tepelný tok shora dolů (podlahy) - $0,17 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$

pro tepelný tok zdola nahoru (stropy, střechy) - $0,10 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$

R_{se} pro zimní období - $0,04 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$ [4]

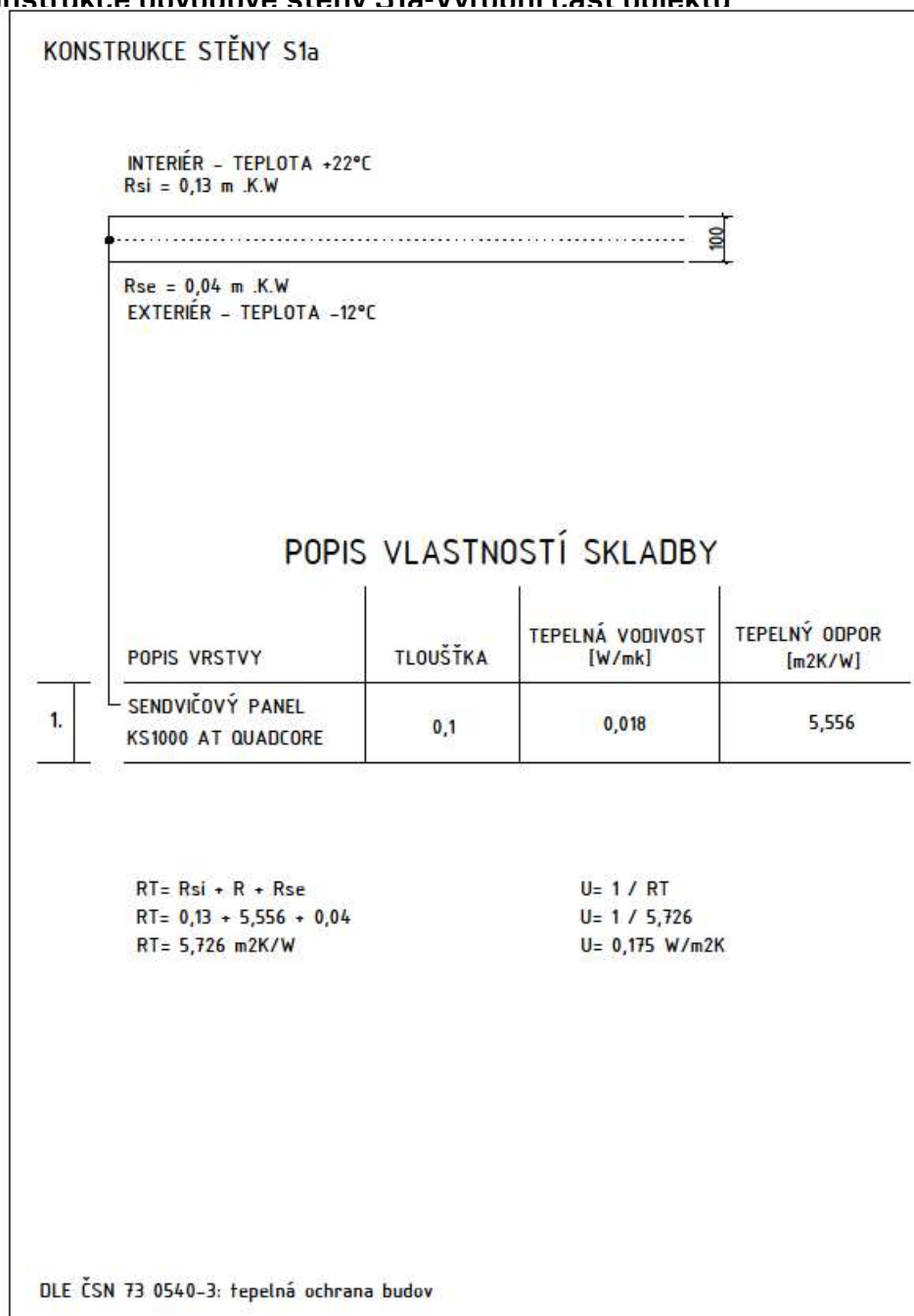
Výpočet součinitele prostupu tepla

$$U = 1/R_T$$

kde

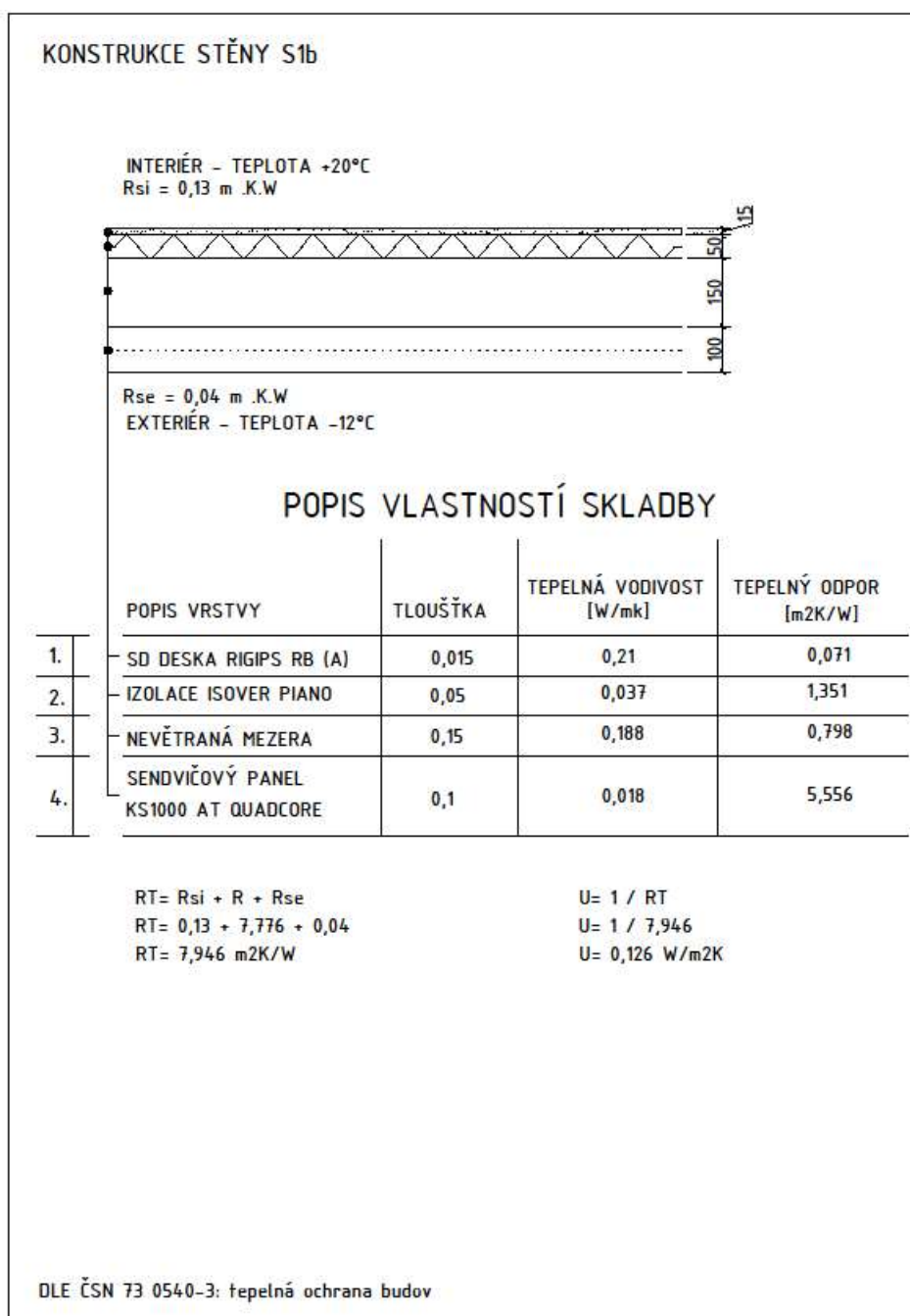
U je součinitel prostupu tepla [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$] [4]

B.2.1. Konstrukce obvodové stěny S1a-Výrobní část objektu



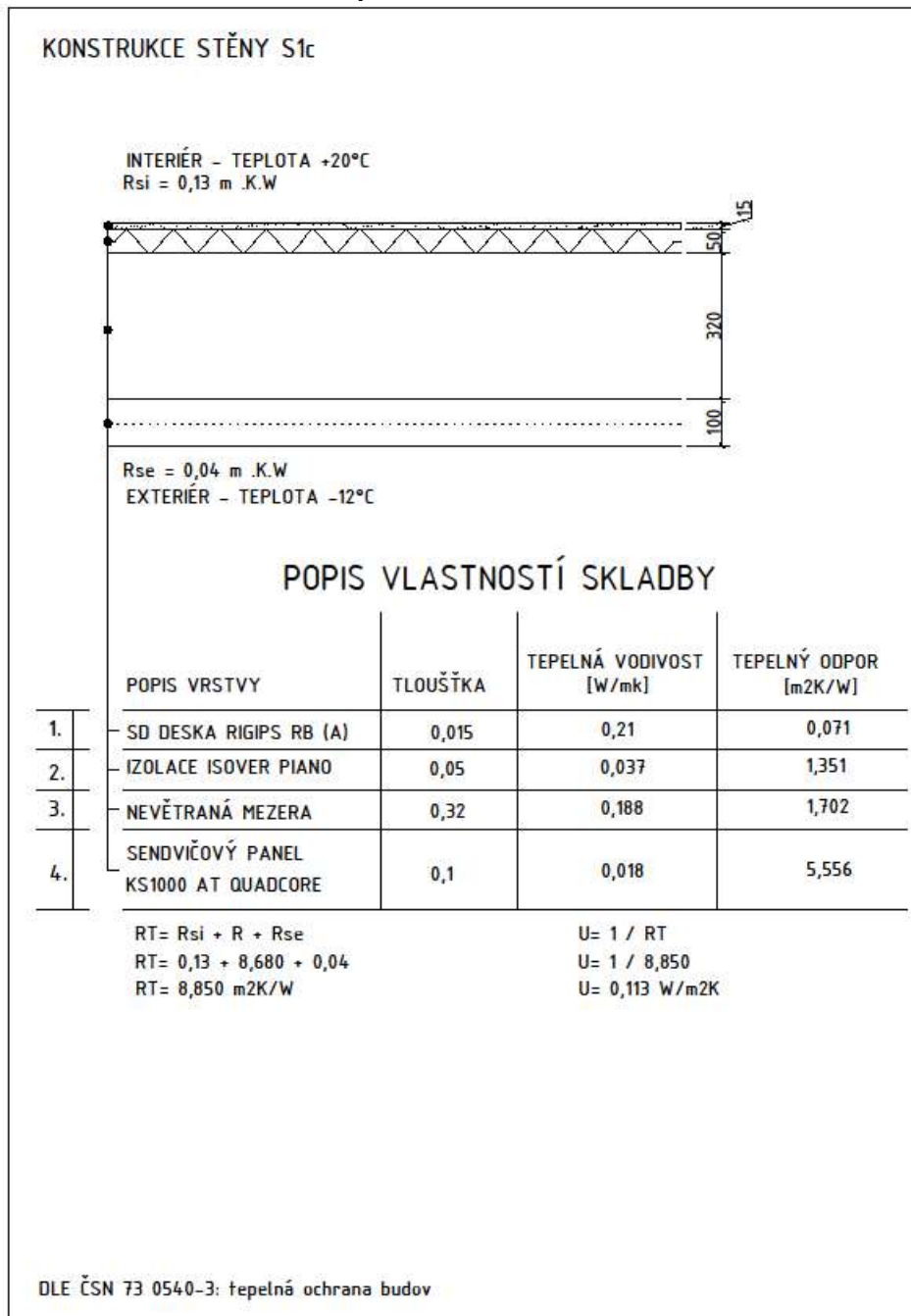
Obrázek 14: Konstrukce obvodové stěny S1a

B.2.2. Konstrukce obvodové stěny S1b- Západní strana kancelářské části objektu



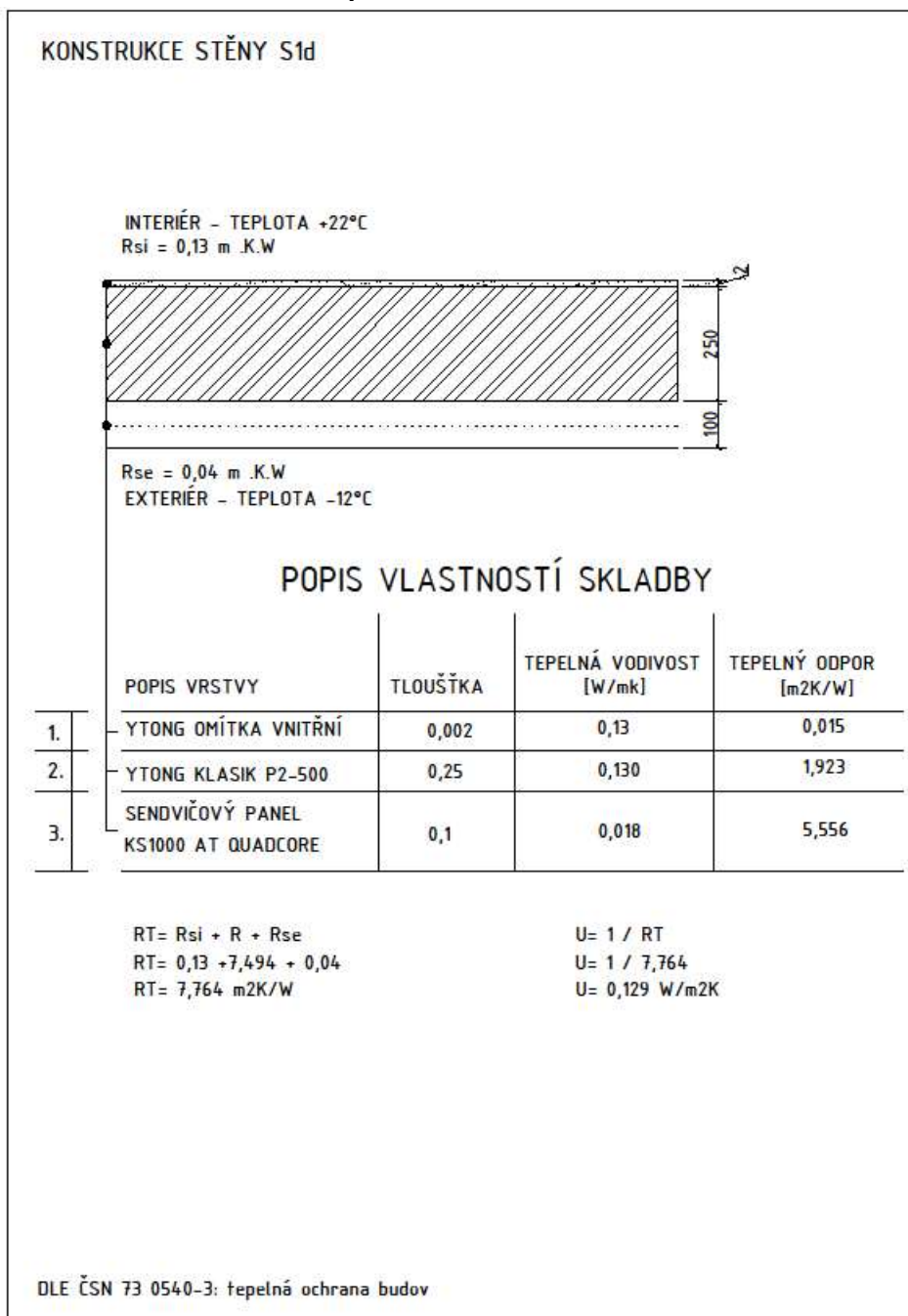
Obrázek 15: Konstrukce obvodové stěny S1b

B.2.3. Konstrukce obvodové stěny S1c-Jižní strana kancelářské části objektu



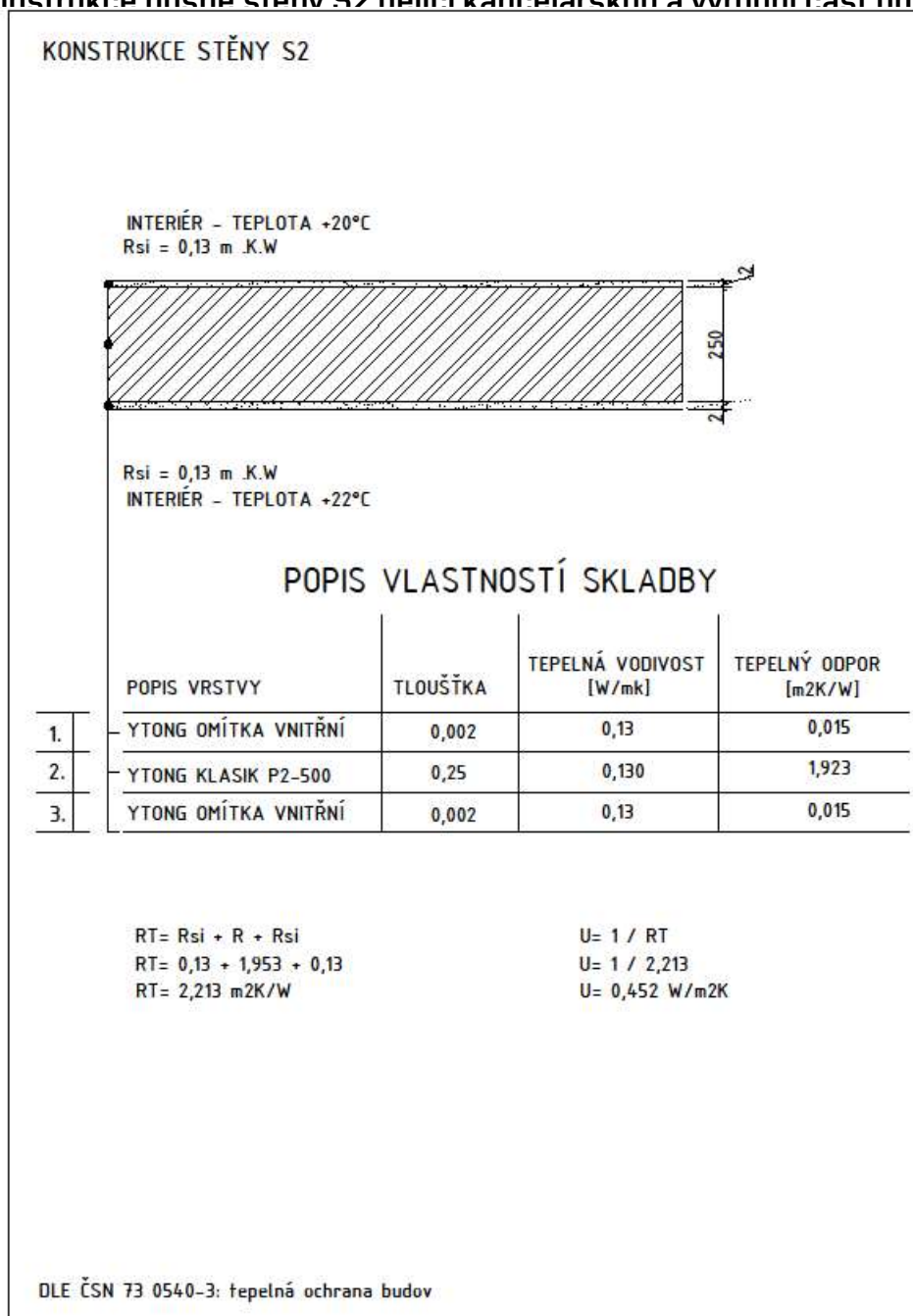
Obrázek 16: Konstrukce obvodové stěny S1c

B.2.4. Konstrukce obvodové stěny S1d-sklad uhlíku



Obrázek 17: Konstrukce obvodové stěny S1d

B.2.5. Konstrukce nosné stěny S2 dělící kancelářskou a výrobní část objektu

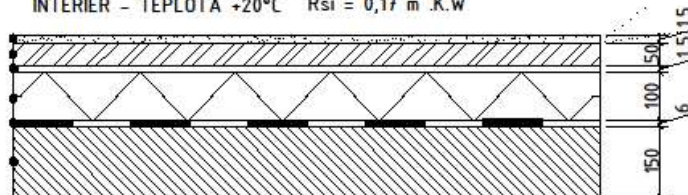


Obrázek 18: Konstrukce nosné stěny S2

B.2.6. Konstrukce podlahy P1 kancelářské části objektu

KONSTRUKCE PODLAHY NA ZEMINĚ P1

INTERIÉR - TEPLOTA +20°C $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$



$R_{se} = 0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

POPIS VLASTNOSTÍ SKLADBY

	POPIS VRSTVY	TLOUŠŤKA	TEPELNÁ VODIVOST [W/mK]	TEPELNÝ ODPOR [m²K/W]
6.	EPOXIDOVÁ STĚRKA SIKA	0,0015	-	-
5.	BETONOVÁ MAZANINA	0,05	1,23	0,041
4.	FÓLIE Z PE	0,0015	0,35	0,0043
3.	ISOVER EPD GREY 100	0,100	0,031	3,226
2.	2x ASF. PÁS TYPU R	0,006	1,43	0,0042
1.	ZÁKLADOVÁ DESKA	0,150	1,43	0,105

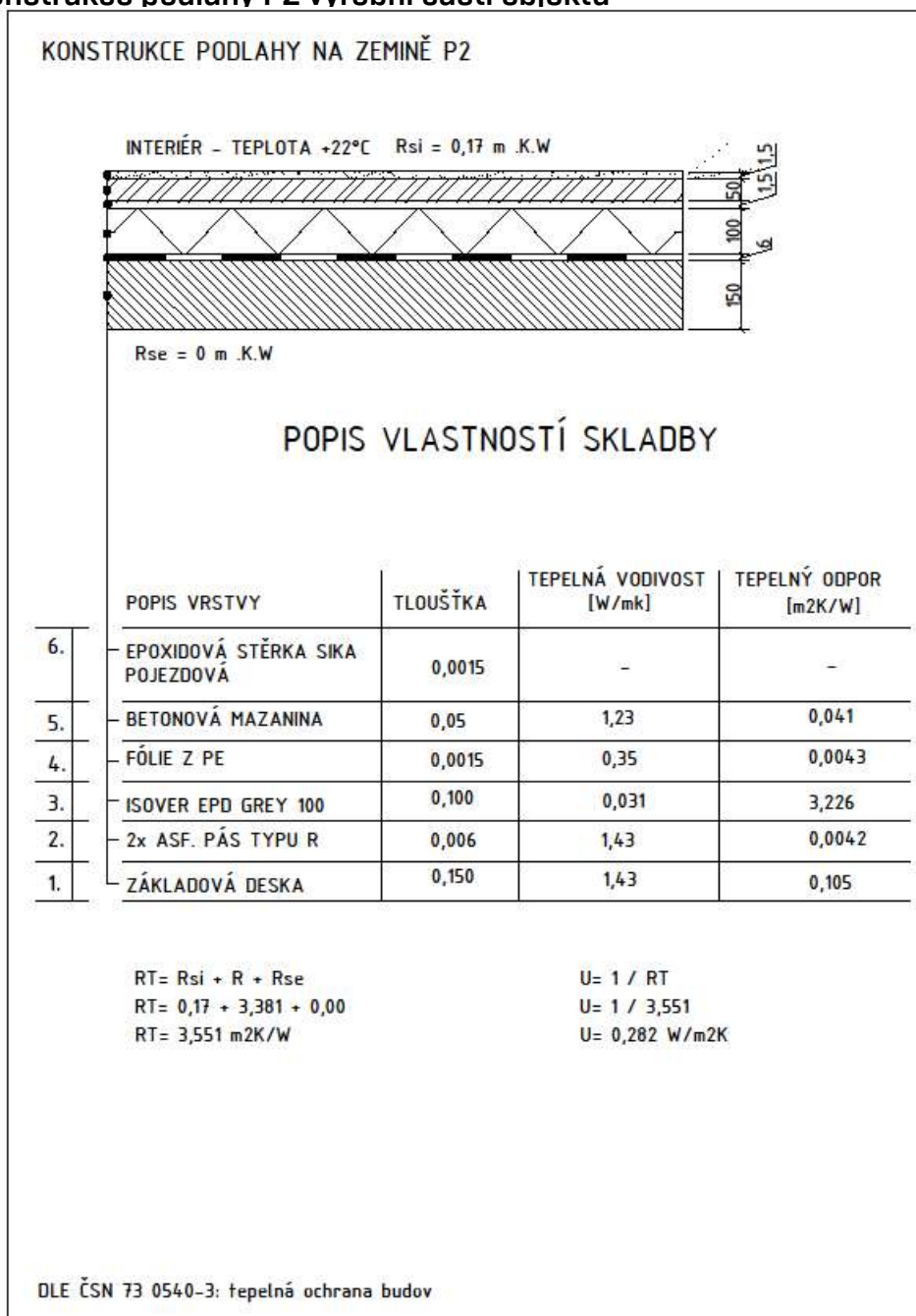
$R_T = R_{si} + R + R_{se}$
 $R_T = 0,17 + 3,381 + 0,00$
 $R_T = 3,551 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

$U = 1 / R_T$
 $U = 1 / 3,551$
 $U = 0,282 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

DLE ČSN 73 0540-3: tepelná ochrana budov

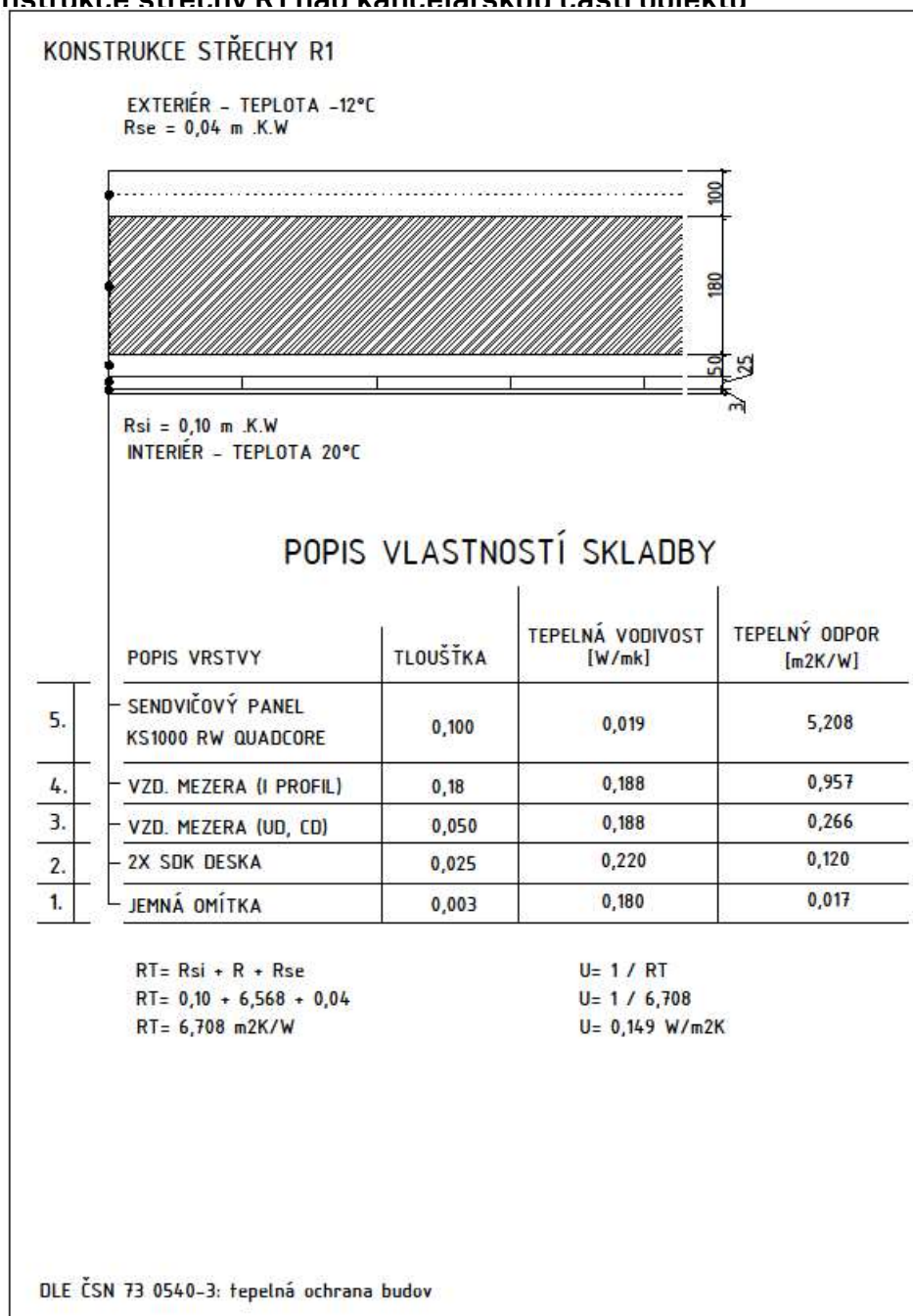
Obrázek 19: Konstrukce podlahy P1

B.2.7. Konstrukce podlahy P2 výrobní části objektu



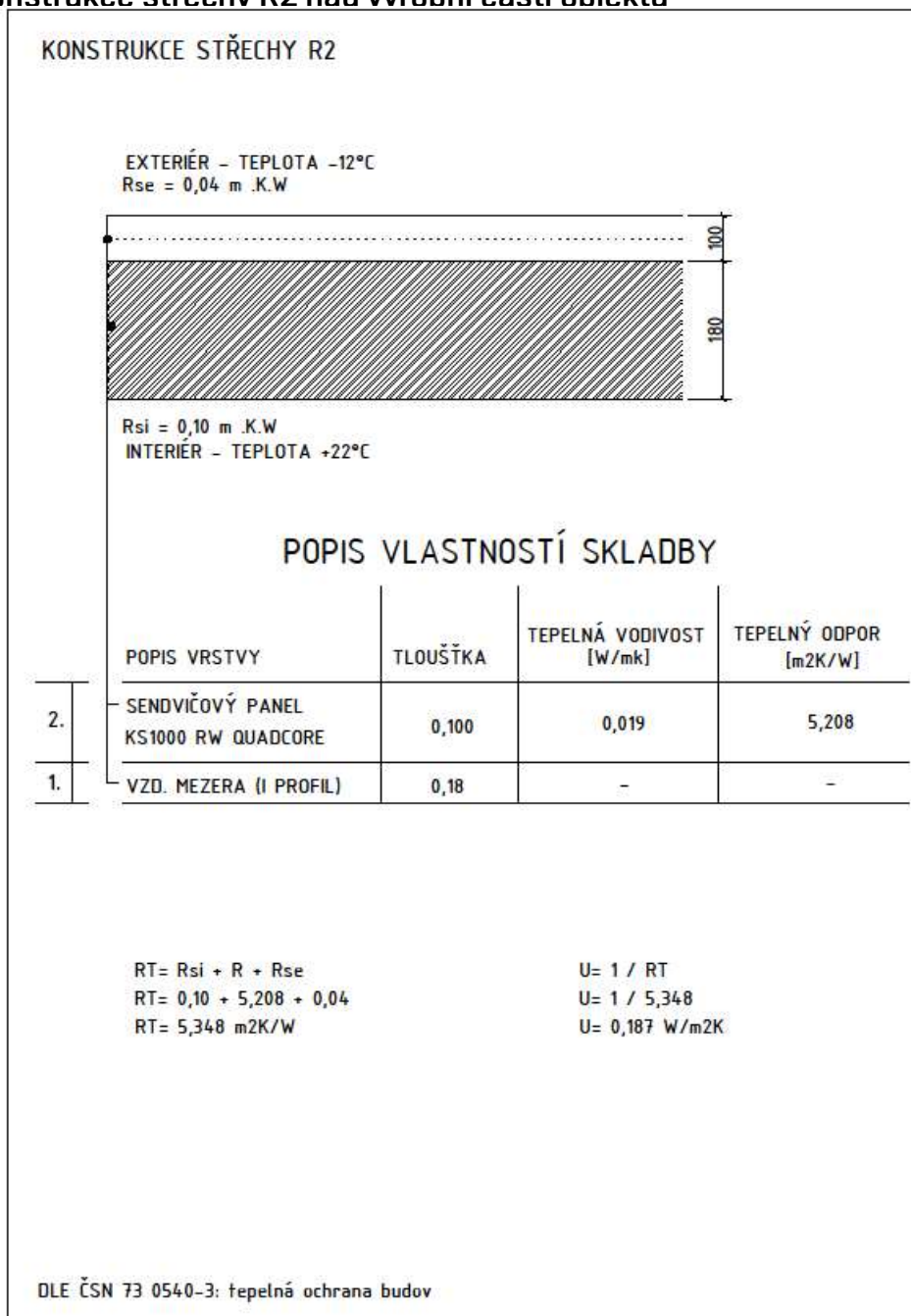
Obrázek 20: Konstrukce podlahy P2

B.2.8. Konstrukce střechy R1 nad kancelářskou částí objektu



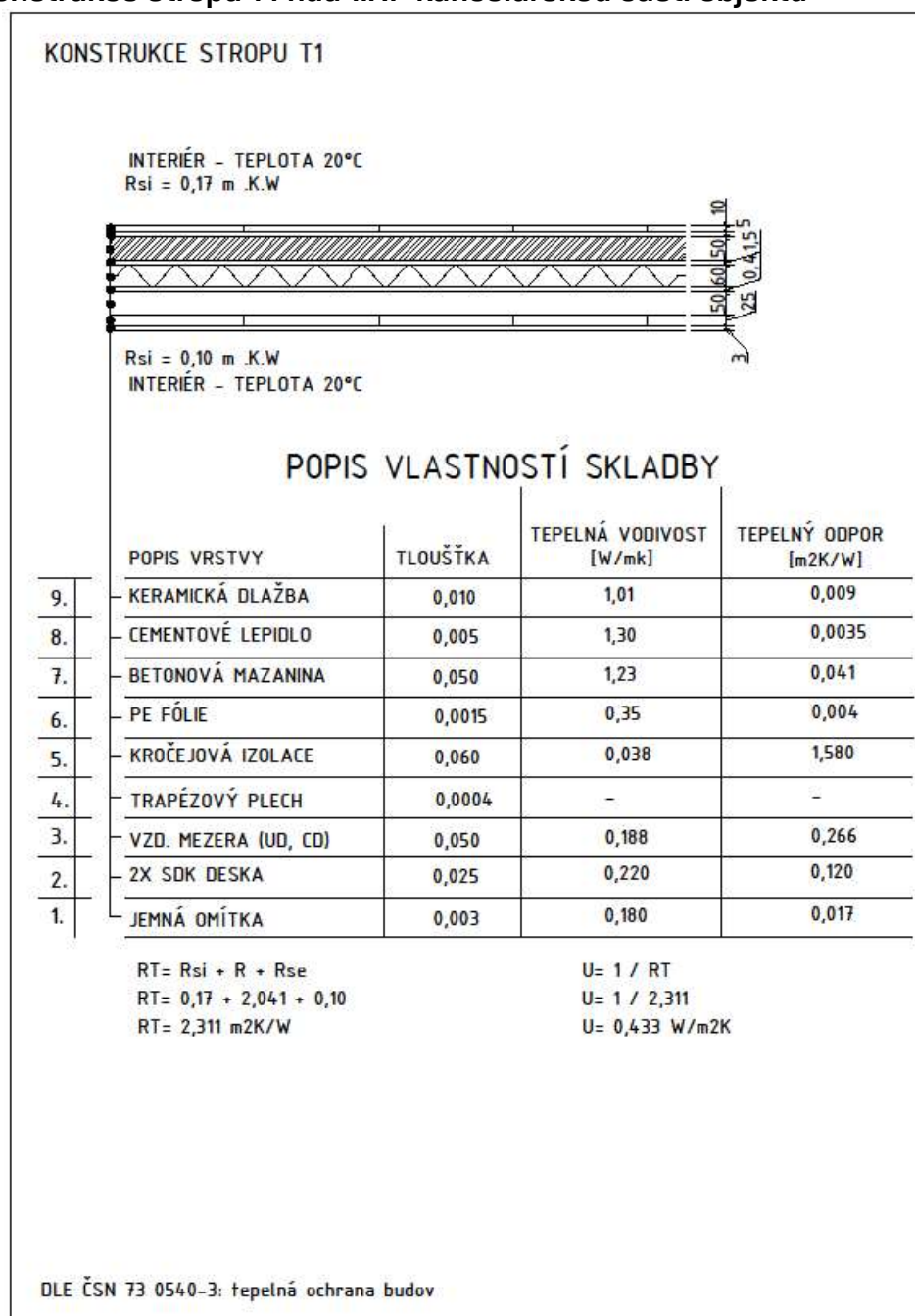
Obrázek 21: Konstrukce střechy R1

B.2.9. Konstrukce střechy R2 nad výrobní částí objektu



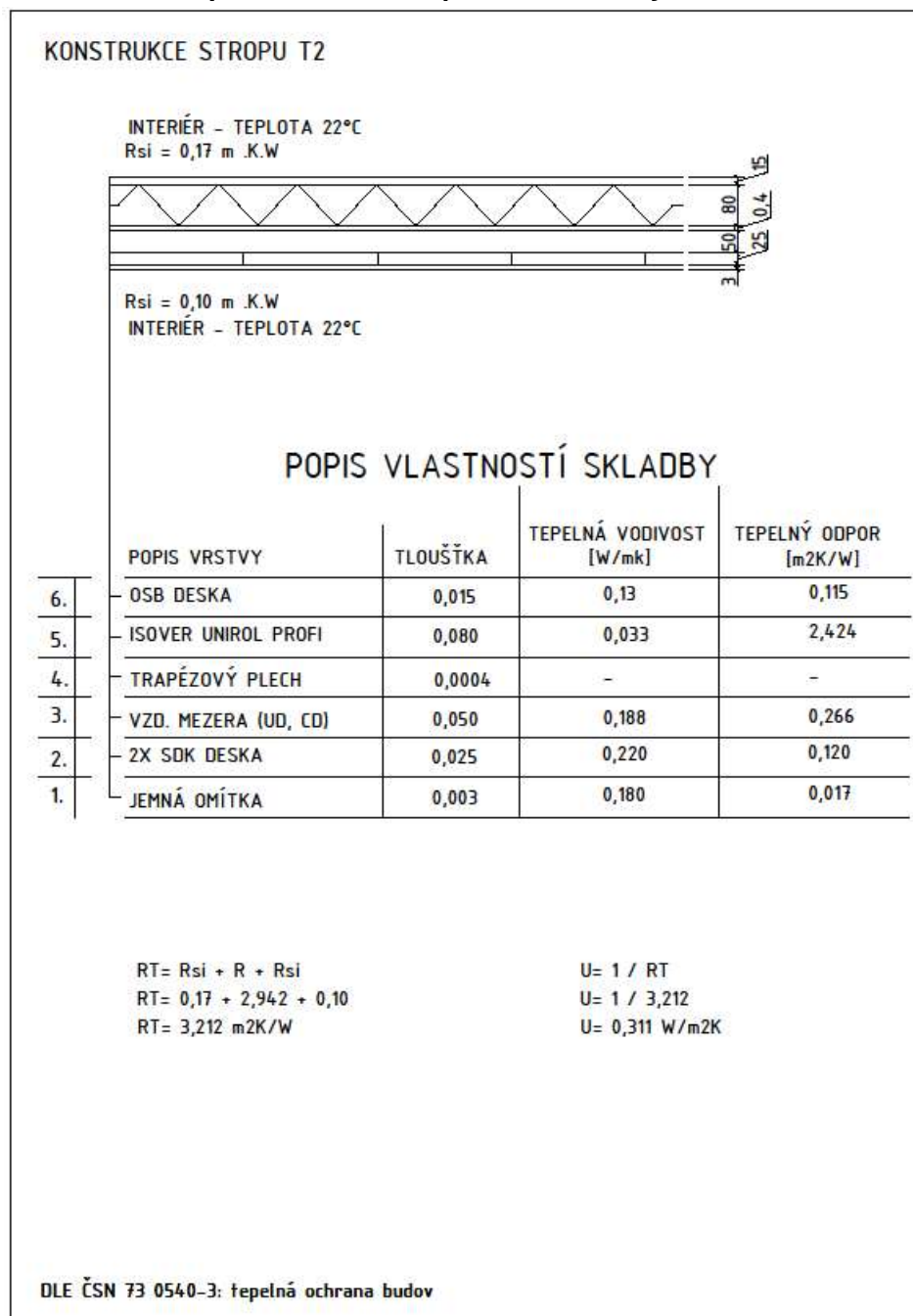
Obrázek 22: Konstrukce střechy R2

B.2.10.Konstrukce stropů T1 nad 1.NP kancelářskou částí objektu



Obrázek 23: Konstrukce stropů T1

B.2.11. Konstrukce stropů T2 nad 1.NP výrobní částí objektu



Obrázek 24: Konstrukce stropů T2

B.2.12. Posouzení součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

Konstrukce	U [Wm-2K-1]		U _{N,20} [Wm-2K-1]		U _{rec,20} [Wm-2K-1]	
S1a	0,175	≤	0,3	Vyhovuje	≤	0,25
S1b	0,126	≤	0,3	Vyhovuje	≤	0,25
S1c	0,113	≤	0,3	Vyhovuje	≤	0,25
S1d	0,129	≤	0,3	Vyhovuje	≤	0,25
S2	0,452	≤	2,7	Vyhovuje	≤	1,80
P1	0,282	≤	0,45	Vyhovuje	≤	0,30
P2	0,282	≤	0,45	Vyhovuje	≤	0,30
R1	0,149	≤	0,24	Vyhovuje	≤	0,16
R2	0,187	≤	0,24	Vyhovuje	≤	0,16
T1	0,433	≤	1,05	Vyhovuje	≤	0,70
T2	0,311	≤	1,05	Vyhovuje	≤	0,70

Tabulka 1: Posouzení součinitelů prostupu tepla

B.3. Energetický štítek budovy

Zpracovaný dle ČSN 73 0540

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Výrobní hala s kancelářskou částí
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Troubsko, Veselá
Katastrální území a katastrální číslo	Troubsko, č.kat 1257/2
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Město Troubsko
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř.stavebník	Město Troubsko
Adresa	Zámecká 150, 664 41 Troubsko
Telefon / e-mail	

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	6160,64m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	2380,08m ²
Objemový faktor tvaru budovy A/V	0,386
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{im}	22°C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_e	-15°C

Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha A [m²]	Součinitel prostupu tepla U (požadovaná hodnota) [W/(m²K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W.K ⁻¹]	Plocha A [m²]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m²K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H_T [W.K ⁻¹]
S1a	560,48	0,30	1	168,14	560,48	0,175	1	98,08
S1b	196,29	0,30	1	58,89	196,29	0,126	1	24,73
S1c	180,98	0,30	1	54,29	180,98	0,113	1	20,45
S1d	16,28	0,30	1	4,88	16,28	0,129	1	2,10
P1	219,9	0,45	0,66	65,31	219,9	0,282	0,66	62,01
P2	447,73	0,45	0,66	132,98	447,73	0,282	0,66	126,26
R1	236,81	0,24	1	56,83	236,81	0,149	1	35,28
R2	459,31	0,24	1	110,23	459,31	0,159	1	73,03
O1	44,22	1,5	1	66,33	44,22	1,1	1	48,64
O2	4	2,6	1	10,40	4	1,4	1	5,60
D1	14,08	1,7	0,49	11,73	14,08	1,2	0,49	8,28
Celkem	2380,08			740,01	2380,08			504,46
Tepelné vazby		A*0,02		47,60	A*0,05			119,00
Celková měrná ztráta prostupem tepla				787,61				623,46
Průměrný součinitel prostupu tepla		U _{em,rc} = Σ (U _{N,i} ·A _i ·b _{ij})/ Σ A _i + 0,02, nejvýše však 0,5 (740,01/2380,08)+0,02= =0,331		požadovaná hodnota: U_{em.rq} 0,331 doporučená: U_{em.rc} = U_{em.rq}·0,75 =0,248	U _{em} =ΣH _T /ΣA= 623,46/2380,08= =0,262			U_{em} = 0,262 Vyhovuje požadované hodnotě
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C				U _{em} /U _{em.rq} 0,792	Třída B- Vyhovující			

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² ·K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel C/
A	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi úsporná	0,5 0,8 1,0 1,5 2,0 2,5
B	$0,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,8 \cdot U_{em,rq}$	Úsporná	
C	$0,8 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	Vyhovující	
D	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,rq}$	Nevyhovující	
E	$1,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,rq}$	Nehospodárná	
F	$2,0 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi nehospodárná	
G	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Mimořádně nehospodárná	

Klasifikace :

Datum vystavení energetického štítku: 2.6.2020

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

David Bardarov

Adresa zpracovatele:

IČO:

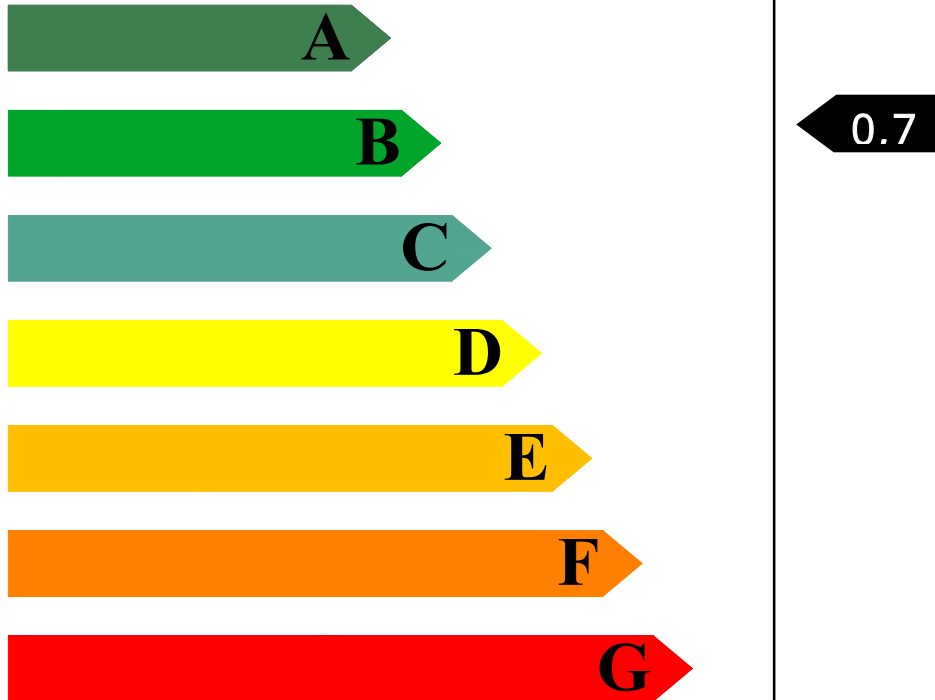
Zpracoval:

David Bardarov

Podpis:.....

Tento protokol a energetický štítek odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

Energetický štítek budovy

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Výrobní hala s kancelářskou částí Troubsko				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 2380,08\text{ m}^2$				Skutečný	Doporučený	
CI	Velmi úsporná					
0,5						
0,75						
1,0						
1,5						
2,0						
2,5						
Mimořádně ne hospodárná						
Klasifikace				B		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$ $U_{em} = H_T/A$				0,262	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$				0,331	-	
Klasifikační ukazatel CI a jím odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
U_{em}	0,166	0,248	0,331	0,500	0,662	0,828
Platnost štítku do				Datum		
Štítek vypracoval David Bardarov						

Předběžná tepelná ztráta budovy – obálková metoda

1. Celková měrná ztráta prostupem

$$HT = \sum HT_i + HT_{\psi, \chi} \quad \text{z energetického štítku obálky budovy} = 623,46 \text{ W/K}$$

2. Celková ztráta prostupem

$$Q_{Ti} = HT \cdot (t_{i,m} - t_e) = 623,46 \cdot (22 - (-12)) = 21,20 \text{ kW}$$

3. Ztráta větráním (přirozené)

Zjednodušený vzduchový objem budovy

$$V_a = 0,8 \cdot V_b = 0,8 \cdot 2380,08 = 1904,06 \text{ m}^3$$

Číslo výměny vzduchu $n =$

$$0,5$$

Objemový tok větracího vzduchu z hygienických požadavků

$$V_{ih} = n \cdot V_a = 0,5 \cdot 1904,06 = 952,03 \text{ m}^3$$

4. Ztráta větráním

$$Q_{Vi} = 0,34 \cdot V_{ih} \cdot (t_{i,m} - t_e) = 0,34 \cdot 952,03 \cdot (22 - (-15)) = 11,98 \text{ kW}$$

5. Celková předběžná tepelná ztráta budovy

$$Q_i = Q_{Ti} + Q_{Vi} = 21,20 + 11,98 = 33,18 \text{ kW}$$

B.4. Výpočet tepelných ztrát

B.4.1. Ruční metoda

Formulář pro zápis tepelných ztrát

(zjednodušená metoda pro stanovení lineárních tepelných ztrát)

Ozn. místnosti	Název místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $t_{int,i}$ [°C]
2.03	Kancelář	20

Výpočet tepelné ztráty prostupem pro místnost č.

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k
S1c	Obvodová stěna	20,09	0,113	0,02	0,133	1	2,67
O1	Okno	3,52	0,64	-	1,100	1	4,092
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							5,306
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _u	A _k ·U _{kc} ·b _u
R1	Střecha	21,89	0,159	0,02	0,161	0,625	2,203
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$ (W/K)							2,203

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$						7,509
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	
	20	-12	32	7,509	240,29	

Výpočet tepelných ztrát větráním pro místnost č.

Objem místnosti V_i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n (h ⁻¹)	$V_{min,i}$ (m ³ /h)
97,8	-12	20	1	97,8
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
2	4,5	0,02	1	17,60
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)	
97,8	33,25	32	1064,06	

B.4.2. Výpočet tepelných ztrát všech místností- Techcon

T	TechCON® 2.6.2020	© Atcon strana: 1/16
----------	----------------------	-------------------------

Firma:
Datum: 11.11.2019 Stavba: Meduse Design
Projektant: David Bardarov Místo: Brno

Výpočet budovy

te = -12 °C B = 8 Pa^{0.67} p2 = 0.00 V = 0.0 m³

č.m.	Účel místnosti	ti	M	p1	p3	sv. str.	n	np	Vinf	Vvent	Spdl	objem	Qo	Qp	Qv	Qc
		[°C]	[-]	[-]	[-]	[-]	[1/h]	[1/h]	[m³/h]	[m³/h]	[m²]	[m³]	[W]	[W]	[W]	[W]
1.01	Vstup/lobby/recepce	20	0.7	0.00	0.00	JZ	0.0	0.5	82.2	0.0	38.2	164.4	638	638	950	1588
1.02	Sklad recepcce	20	0.7	0.03	0.00	JZ	4.5	0.5	0.0	35.0	1.8	7.7	9	10	0	10
1.03	Ruční montáž	20	0.7	0.00	0.00	JV	0.0	0.5	290.4	0.0	135.1	580.9	1133	1133	3357	4490
1.04	Chodba	20	0.7	0.00	-0.05	J	1.1	0.5	0.0	35.0	7.6	32.6	30	29	0	29
1.05	Úklidová místnost	20	0.7	0.00	0.00	JZ	5.2	0.5	0.0	35.0	1.6	6.8	10	10	64	74
1.06	Denní místnost	20	0.7	0.00	0.00	Z	0.0	1.0	32.2	0.0	7.5	32.2	59	59	372	431
1.07	Koupelna ženy	24	0.7	0.00	0.00	Z	0.0	1.5	34.7	0.0	5.4	23.2	183	183	452	635
1.08	Šatna ženy	20	0.7	0.00	0.00	JZ	2.2	0.5	0.0	35.0	3.8	16.2	-22	-22	64	42
1.09	Šatna muži	20	0.7	0.00	-0.05	J	2.1	0.5	0.0	35.0	3.9	17.0	-25	-23	64	41
1.10	Koupelna muži	24	0.7	0.00	-0.05	J	1.7	0.5	0.0	35.0	4.8	20.4	152	145	51	196
1.11	Velin	20	0.7	0.00	-0.05	J	1.6	0.5	0.0	35.0	5.2	22.3	-20	-19	-25	-44
1.12	Sklad	22	0.7	0.03	0.00	Z	0.0	0.5	84.3	0.0	39.0	168.6	895	922	1036	1958
1.13	Technická místnost	22	0.7	0.00	-0.05	J	1.0	0.5	0.0	35.0	8.2	35.4	40	38	0	38
1.14	Sklad	22	0.7	0.03	0.05	V	0.0	0.5	0.0	35.0	222.7	1982.0	2777	3000	152	3152
1.15	Jemné broušení	22	0.7	0.00	0.05	V	1.0	0.5	0.0	35.0	8.1	35.1	59	62	26	88
1.16	Hrubé broušení	22	0.7	0.00	0.05	V	0.9	0.5	0.0	35.0	8.8	38.2	245	258	0	258
1.17	Vstupní a výstupní	10	0.7	0.00	0.00	Z	0.0	0.5	120.2	0.0	55.6	240.3	-1433	-1433	955	-478
1.18	Velin tabák	22	0.7	0.03	0.05	SZ	0.7	0.5	0.0	35.0	11.8	50.9	530	573	0	573
1.19	Ruční výroba tabák	22	0.7	0.03	0.05	SZ	0.0	0.5	383.3	0.0	86.1	766.7	2289	2473	4707	7180
1.20	Zrání tabáku	22	0.7	0.03	0.05	SV	0.0	0.5	0.0	35.0	120.0	1068.4	2473	2671	0	2671
1.21	Sklad uhlíku	22	0.7	0.00	0.05	V	0.2	0.5	0.0	35.0	24.4	217.4	458	481	0	481
1.22	WC	20	0.7	0.00	0.10	S	3.9	0.5	0.0	35.0	2.1	9.0	47	52	-25	27
2.01	Showroom	20	0.7	0.00	0.00	JZ	0.0	2.0	509.3	0.0	61.4	254.7	708	708	5886	6594
2.02	Kancelář	20	0.7	0.00	-0.05	J	0.0	1.0	102.9	0.0	24.8	102.9	316	301	1190	1491
2.03	Kancelář	20	0.7	0.00	-0.05	J	0.0	1.0	97.8	0.0	23.6	97.8	307	292	1131	1423
2.04	Kancelář	20	0.7	0.00	0.00	JV	0.0	1.0	221.0	0.0	53.3	221.0	671	671	2555	3226
2.05	Jednací místnost	20	0.7	0.00	-0.05	J	0.0	2.0	306.7	0.0	36.9	153.3	171	163	3544	3707
2.06	Sklad	20	0.7	0.00	-0.05	J	1.4	0.5	0.0	35.0	6.1	25.4	21	20	0	20
2.07	Schodiště	20	0.7	0.00	0.00	JZ	0.0	0.5	24.6	0.0	11.8	49.1	86	86	284	370
2.08	Chodba	20	0.7	0.00	-0.05	J	0.4	0.0	0.0	35.0	19.4	80.4	94	90	0	90
2.09	WC	20	0.7	0.00	-0.05	J	0.0	0.5	4.8	0.0	2.3	9.7	13	13	56	69
2.10	WC	20	0.7	0.00	-0.05	J	0.0	0.5	4.8	0.0	2.3	9.7	13	13	56	69
Spolu:											1043.6	6539.6	12927	13597	26902	40499

Qob - Základní tepelná ztráta budovy
Qpb - Tepelná ztráta budovy zvětšená o přírážky
Qvb - Tepelná ztráta budovy větráním
Qzb - Tepelné zisky budovy
Qcb - Celková tepelná ztráta budovy

Qob = 12927 W Qpb = 13597 W Qvb = 26902 W Qzb = 0 W
Qcb = 40499 W

Tabulka 2: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (1)

Firma:
Datum: 11.11.2019 Stavba: Meduse Design
Projektant: David Bardarov Místo: Brno

Výpočet místnosti: 1.01 - Vstup/lobby/recepce

$t_i = 20.0\text{ °C}$ $t_e = -12.0\text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8\text{ Pa}^{0.67}$ $V = 164.4\text{ m}^3$ $S = 208.9\text{ m}^2$ $Spdl = 38.2\text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S1B	315	-12	6.94	4.50	31.23	-	1	4.09	27.14	0.126	32	4.0	110
D1	-	-12	1.90	2.15	4.09	0.000	-	-	4.09	0.950	32	30.4	125
S1C	485	-12	6.47	4.50	29.12	-	2	7.04	22.08	0.113	32	3.6	80
O1	-	-12	1.60	2.20	3.52	0.000	-	-	3.52	0.640	32	20.5	73
O1	-	-12	1.60	2.20	3.52	0.000	-	-	3.52	0.640	32	20.5	73
S3B10	100	20	1.52	4.50	6.86	-	-	-	6.86	0.818	0	0.0	0
S3B11	115	20	4.71	4.50	21.22	-	1	1.38	19.84	0.818	0	0.0	1
D3	-	20	0.70	1.97	1.38	0.000	-	-	1.38	2.000	0	0.0	1
S3B10	100	20	3.54	4.50	15.92	-	1	1.77	14.15	0.818	0	0.0	1
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	1
S3B10	100	20	2.84	4.50	12.76	-	-	-	12.76	0.818	0	0.0	0
S3B10	100	20	3.42	4.50	15.37	-	-	-	15.37	0.818	0	0.0	0
T1	-	20	6.36	4.75	30.19	-	-	-	30.19	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	3.31	1.50	4.97	-	-	-	4.97	0.433	0	0.0	0
P1/2	-	4	6.37	6.36	38.22	-	-	-	38.22	0.282	16	4.5	173
T1	-	20	4.83	0.12	0.58	-	-	-	0.58	0.433	0	0.0	0

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: NE $p_1 = 0$ $Q_o = 638\text{ W}$
 $0 < 0.5$ Nevyhovuje $V_{vent} = 0\text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 638\text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2Q_p$ [W] $V_{inf} = 82.2\text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = 0$ $Q_v = 950\text{ W}$
 $950 > 127$ Nevyhovuje $Q_v = 1300 * S(i * l) * B * M * (t_i - t_e)$ $Q_c = 1588\text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.02 - Sklad recepce

$t_i = 20.0\text{ °C}$ $t_e = -12.0\text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8\text{ Pa}^{0.67}$ $V = 7.7\text{ m}^3$ $S = 1.8\text{ m}^2$ $Spdl = 1.8\text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	20	4.71	4.50	21.22	-	1	1.38	19.84	0.818	-0	-0.0	0
D3	-	20	0.70	1.97	1.38	0.000	-	-	1.38	2.000	-0	-0.0	0
S3B10	100	20	1.28	4.50	5.78	-	-	-	5.78	0.818	-0	-0.0	0
P1/2	-	4	1.39	1.28	1.78	-	-	-	1.78	0.282	16	4.5	9
T1	-	20	1.39	1.28	1.78	-	-	-	1.78	0.433	-0	-0.0	0

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: ANO $p_1 = 0.03$ $Q_o = 9\text{ W}$
 $4.5 > 0.5$ Vyhovuje $V_{vent} = 35\text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 10\text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2Q_p$ [W] $V_{inf} = 0\text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = 0$ $Q_v = 0\text{ W}$
 $0 < 2$ Vyhovuje $Q_v = 1300 * V_{vent} * (t_i - (20))$ $Q_c = 10\text{ W}$

Tabulka 3: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (2)

$$t_i = 20.0\text{ }^{\circ}\text{C} \quad t_e = -12.0\text{ }^{\circ}\text{C} \quad M = 0.7 \quad B = 8\text{ Pa}^{0.67} \quad V = 580.9\text{ m}^3 \quad S = 493.3\text{ m}^2 \quad Spdl = 135.1\text{ m}^2$$

konstr.	tloušťka	tzk	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	j * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
	[mm]	[°C]											
S1C	485	-12	13.35	4.50	60.07	-	6	9.60	50.47	0.113	32	3.6	183
O2	-	-12	1.60	1.00	1.60	0.000	-	-	1.60	0.640	32	20.5	33
O2	-	-12	1.60	1.00	1.60	0.000	-	-	1.60	0.640	32	20.5	33
O2	-	-12	1.60	1.00	1.60	0.000	-	-	1.60	0.640	32	20.5	33
O2	-	-12	1.60	1.00	1.60	0.000	-	-	1.60	0.640	32	20.5	33
O2	-	-12	1.60	1.00	1.60	0.000	-	-	1.60	0.640	32	20.5	33
O2	-	-12	1.60	1.00	1.60	0.000	-	-	1.60	0.640	32	20.5	33
S3B11	115	20	4.91	4.50	22.09	-	-	-	22.09	0.818	0	0.0	0
S3B10	100	24	1.86	4.50	8.35	-	-	-	8.35	0.818	-4	-3.3	-27
S3B10	100	20	0.60	4.50	2.70	-	-	-	2.70	0.818	0	0.0	1
S3B11	115	20	2.49	4.50	11.21	-	1	1.77	9.44	0.818	0	0.0	1
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	1
S1B	315	-12	11.58	4.50	52.11	-	-	-	52.11	0.126	32	4.0	211
S2	250	22	3.12	4.50	14.02	-	1	3.08	10.94	0.452	-2	-0.9	-9
D7	-	22	1.40	2.20	3.08	0.000	-	-	3.08	2.000	-2	-4.0	-12
S2	250	22	2.83	4.50	12.74	-	-	-	12.74	0.452	-2	-0.9	-11
S2	250	22	2.62	4.50	11.77	-	1	1.58	10.19	0.452	-2	-0.9	-9
D4	-	22	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	-2	-4.0	-6
S3B10	100	20	3.42	4.50	15.37	-	-	-	15.37	0.818	0	0.0	0
S3B10	100	20	1.28	4.50	5.78	-	-	-	5.78	0.818	0	0.0	1
S3B10	100	20	1.52	4.50	6.86	-	-	-	6.86	0.818	0	0.0	0
P1/2	-	4	13.35	11.10	135.09	-	-	-	135.09	0.282	16	4.5	610
T1	-	20	4.79	4.57	21.89	-	-	-	21.89	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	4.91	4.68	1.09	-	-	-	1.09	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	4.79	4.35	20.86	-	-	-	20.86	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	11.10	4.19	46.46	-	-	-	46.46	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	6.02	4.07	14.32	-	-	-	14.32	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	2.31	2.27	5.25	-	-	-	5.25	0.433	0	0.0	1
T1	-	20	9.05	2.00	17.76	-	-	-	17.76	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	4.91	0.01	0.07	-	-	-	0.07	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	1.69	1.10	1.85	-	-	-	1.85	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	1.68	1.10	1.85	-	-	-	1.85	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	11.10	8.56	3.68	-	-	-	3.68	0.433	0	0.0	0

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: NE	p1 = 0	Qo = 1133 W
0 < 0.5	Nevyhovuje	Vvent = 0 m³/h	p2 = 0	Qp = 1133 W
			p3 = 0	Qv = 3357 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 290.4 m³/h		Qz = 0 W
3357 > 226	Nevyhovuje	Qv = 1300 * S(i * l) * B * M * (ti - te)		Qc = 4490 W

$$t_i = 20.0\text{ }^{\circ}\text{C} \quad t_e = -12.0\text{ }^{\circ}\text{C} \quad M = 0.7 \quad B = 8\text{ Pa}^{0.67} \quad V = 32.6\text{ m}^3 \quad S = 87.7\text{ m}^2 \quad Spdl = 7.6\text{ m}^2$$

konstr.	tloušťka	tzk	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U [W/m ² K]	dt [K]	U * dt [W/m ²]	Qo [W]
	[mm]	[°C]											
S3B11	115	20	2.49	4.50	11.21	-	1	1.77	9.44	0.818	-0	-0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	-0	-0.0	0
S3B10	100	20	0.60	4.50	2.70	-	-	-	2.70	0.818	-0	-0.0	0
S3B10	100	20	0.10	4.50	0.45	-	-	-	0.45	0.818	-0	-0.0	0
S3B10	100	20	3.54	4.50	15.92	-	1	1.77	14.15	0.818	-0	-0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	-0	-0.0	0
S3B10	100	20	2.49	4.50	11.21	-	1	1.77	9.44	0.818	-0	-0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	-0	-0.0	0
S3B11	115	20	4.40	4.50	19.79	-	1	1.58	18.21	0.818	-0	-0.0	0
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	-0	-0.0	0
S3B10	100	20	1.12	4.50	5.04	-	1	1.38	3.66	0.818	-0	-0.0	0
D3	-	20	0.70	1.97	1.38	0.000	-	-	1.38	2.000	-0	-0.0	0
S3B10	100	20	1.04	4.50	4.70	-	1	1.58	3.12	0.818	-0	-0.0	0

Tabulka 4: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (3)

Výpočet místnosti: 1.04 - Chodba (pokračování...)

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	-0	-0.0	0
S3B10	100	24	0.34	4.50	1.53	-	-	-	1.53	0.818	-4	-3.3	-5
P1/2	-	4	4.02	2.39	7.58	-	-	-	7.58	0.282	16	4.5	35
T1	-	20	2.39	1.82	3.41	-	-	-	3.41	0.433	-0	-0.0	0
T1	-	20	1.05	0.01	0.01	-	-	-	0.01	0.433	-0	-0.0	0
T1	-	20	2.09	1.82	2.86	-	-	-	2.86	0.433	-0	-0.0	0
T1	-	20	1.50	0.46	0.68	-	-	-	0.68	0.433	-0	-0.0	0
T1	-	20	0.48	0.46	0.22	-	-	-	0.22	0.433	-0	-0.0	0
T1	-	20	2.20	1.05	0.41	-	-	-	0.41	0.433	-0	-0.0	0

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: ANO	p1 = 0	Qo = 30 W
1.1 > 0.5	Vyhovuje	Vvent = 35 m³/h	p2 = 0	Qp = 29 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 0 m³/h	p3 = -0.05	Qv = 0 W
0 < 5	Vyhovuje	Qv = 1300 * Vvent * (ti - (20))		Qz = 0 W
				Qc = 29 W

Výpočet místnosti: 1.05 - Úklidová místnost

ti = 20.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 6.8 m³ S = 28.7 m² Spdl = 1.6 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	20	4.40	4.50	19.79	-	1	1.58	18.21	0.818	0	0.0	1
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	0	0.0	1
S3B10	100	20	0.68	4.50	3.04	-	-	-	3.04	0.818	0	0.0	0
S3B10	100	20	0.61	4.50	2.75	-	-	-	2.75	0.818	0	0.0	0
P1/2	-	4	1.29	1.23	1.58	-	-	-	1.58	0.282	16	4.5	8
T1	-	20	1.23	0.58	0.71	-	-	-	0.71	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	1.23	0.01	0.01	-	-	-	0.01	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	1.23	0.59	0.72	-	-	-	0.72	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	1.23	0.12	0.14	-	-	-	0.14	0.433	0	0.0	0

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: ANO	p1 = 0	Qo = 10 W
5.2 > 0.5	Vyhovuje	Vvent = 35 m³/h	p2 = 0	Qp = 10 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 0 m³/h	p3 = 0	Qv = 64 W
64 > 2	Nevyhovuje	Qv = 1300 * Vvent * (ti - (15))		Qz = 0 W
				Qc = 74 W

Výpočet místnosti: 1.06 - Denní místnost

ti = 20.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 32.2 m³ S = 65.1 m² Spdl = 7.5 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S1B	315	-12	2.74	4.50	12.33	-	1	0.96	11.37	0.126	32	4.0	46
O4	-	-12	1.20	0.80	0.96	0.000	-	-	0.96	0.640	32	20.5	20
S3B10	100	20	2.84	4.50	12.76	-	-	-	12.76	0.818	0	0.0	0
S3B10	100	20	2.49	4.50	11.21	-	1	1.77	9.44	0.818	0	0.0	1
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	1
S3B10	100	20	0.15	4.50	0.68	-	-	-	0.68	0.818	0	0.0	0

Tabulka 5: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (4)

Výpočet místnosti: 1.06 - Denní místnost (pokračování...)

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B10	100	24	2.94	4.50	13.21	-	-	-	13.21	0.818	-4	-3.3	-43
P1/2	-	4	2.84	2.64	7.48	-	-	-	7.48	0.282	16	4.5	34
T1	-	20	2.84	2.64	7.48	-	-	-	7.48	0.433	0	0.0	0

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: NE	p1 = 0	Qo = 59 W
0 < 1	Nevyhovuje	Vvent = 0 m³/h	p2 = 0	Qp = 59 W
			p3 = 0	Qv = 372 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 32.2 m³/h		Qz = 0 W
372 > 11	Nevyhovuje	Qv = 1300 * S(i * l) * B * M * (ti - te)		Qc = 431 W

Výpočet místnosti: 1.07 - Koupelna ženy

ti = 24.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 23.2 m³ S = 55.3 m² Spdl = 5.4 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B10	100	20	2.94	4.50	13.21	-	-	-	13.21	0.818	4	3.3	44
S1B	315	-12	1.90	4.50	8.55	-	1	0.48	8.07	0.126	36	4.5	37
O5	-	-12	0.60	0.80	0.48	0.000	-	-	0.48	0.640	36	23.0	12
S2	250	22	3.15	4.50	14.18	-	-	-	14.18	0.452	2	0.9	13
S3B10	100	20	1.90	4.50	8.55	-	1	1.58	6.97	0.818	4	3.3	23
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	4	8.0	13
P1/2	-	4	2.84	1.90	5.39	-	-	-	5.39	0.282	20	5.6	31
T1	-	20	2.84	1.90	5.39	-	-	-	5.39	0.433	4	1.7	10

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: NE	p1 = 0	Qo = 183 W
0 < 1.5	Nevyhovuje	Vvent = 0 m³/h	p2 = 0	Qp = 183 W
			p3 = 0	Qv = 452 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 34.7 m³/h		Qz = 0 W
452 > 36	Nevyhovuje	Qv = 1300 * S(i * l) * B * M * (ti - te)		Qc = 635 W

Výpočet místnosti: 1.08 - Šatna ženy

ti = 20.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 16.2 m³ S = 42.5 m² Spdl = 3.8 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B10	100	24	1.90	4.50	8.55	-	1	1.58	6.97	0.818	-4	-3.3	-22
D4	-	24	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	-4	-8.0	-12
S3B10	100	20	0.15	4.50	0.68	-	-	-	0.68	0.818	0	0.0	0
S3B10	100	20	1.12	4.50	5.04	-	1	1.38	3.66	0.818	0	0.0	1
D3	-	20	0.70	1.97	1.38	0.000	-	-	1.38	2.000	0	0.0	1
S3B10	100	20	0.61	4.50	2.75	-	-	-	2.75	0.818	0	0.0	0
S3B10	100	20	2.15	4.50	9.68	-	-	-	9.68	0.818	0	0.0	0
S2	250	22	1.85	4.50	8.31	-	-	-	8.31	0.452	-2	-0.9	-7
P1/2	-	4	2.15	1.75	3.76	-	-	-	3.76	0.282	16	4.5	17
T1	-	20	2.15	1.75	3.76	-	-	-	3.76	0.433	0	0.0	0

Tabulka 6: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (5)

Výpočet místnosti: 1.08 - Šatna ženy (pokračování...)

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: ANO	p1 = 0	Qo = -22 W
2.2 > 0.5	Vyhovuje	Vvent = 35 m³/h	p2 = 0	Qp = -22 W
			p3 = 0	Qv = 64 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 0 m³/h		Qz = 0 W
64 > -4	Nevyhovuje	Qv = 1300 * Vvent * (ti - (15))		Qc = 42 W

Výpočet místnosti: 1.09 - šatna muži

ti = 20.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 17.0 m³ S = 43.7 m² Spdl = 3.9 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B10	100	20	2.15	4.50	9.68	-	-	-	9.68	0.818	0	0.0	0
S3B10	100	20	1.04	4.50	4.70	-	1	1.58	3.12	0.818	0	0.0	1
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	0	0.0	1
S3B10	100	20	0.68	4.50	3.04	-	-	-	3.04	0.818	0	0.0	0
S3B10	100	24	2.15	4.50	9.68	-	1	1.58	8.10	0.818	-4	-3.3	-26
D4	-	24	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	-4	-8.0	-12
S2	250	22	1.94	4.50	8.71	-	-	-	8.71	0.452	-2	-0.9	-7
P1/2	-	4	2.15	1.84	3.95	-	-	-	3.95	0.282	16	4.5	18
T1	-	20	2.15	1.75	3.75	-	-	-	3.75	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	2.15	0.09	0.19	-	-	-	0.19	0.433	0	0.0	0

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: ANO	p1 = 0	Qo = -25 W
2.1 > 0.5	Vyhovuje	Vvent = 35 m³/h	p2 = 0	Qp = -23 W
			p3 = -0.05	Qv = 64 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 0 m³/h		Qz = 0 W
64 > -4	Nevyhovuje	Qv = 1300 * Vvent * (ti - (15))		Qc = 41 W

Výpočet místnosti: 1.10 - Koupelna muži

ti = 24.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 20.4 m³ S = 49.1 m² Spdl = 4.8 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B10	100	20	2.15	4.50	9.68	-	1	1.58	8.10	0.818	4	3.3	27
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	4	8.0	13
S3B10	100	20	0.34	4.50	1.53	-	-	-	1.53	0.818	4	3.3	6
S3B10	100	20	1.86	4.50	8.35	-	-	-	8.35	0.818	4	3.3	28
S3B11	115	20	2.13	4.50	9.61	-	-	-	9.61	0.818	4	3.3	32
S2	250	22	0.61	4.50	2.74	-	-	-	2.74	0.452	2	0.9	3
S2	250	22	1.72	4.50	7.72	-	-	-	7.72	0.452	2	0.9	7
P1/2	-	4	2.21	2.15	4.75	-	-	-	4.75	0.282	20	5.6	27
T1	-	20	2.21	2.15	4.75	-	-	-	4.75	0.433	4	1.7	9

Tabulka 7: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (6)

Výpočet místnosti: 1.10 - Koupelna muži (pokračování...)

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: ANO	p1 = 0	Qo = 152 W
1.7 > 0.5	Vyhovuje	Vvent = 35 m³/h	p2 = 0	Qp = 145 W
			p3 = -0.05	Qv = 51 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 0 m³/h		Qz = 0 W
51 > 29	Nevyhovuje	Qv = 1300 * Vvent * (ti - (20))		Qc = 196 W

Výpočet místnosti: 1.11 - Velin

ti = 20.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 22.3 m³ S = 53.0 m² Spdl = 5.2 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	24	2.13	4.50	9.61	-	-	-	9.61	0.818	-4	-3.3	-31
S3B11	115	20	4.91	4.50	22.09	-	-	-	22.09	0.818	0	0.0	0
S2	250	22	1.51	4.50	6.82	-	1	1.58	5.24	0.452	-2	-0.9	-4
D4	-	22	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	-2	-4.0	-6
S2	250	22	0.92	4.50	4.12	-	-	-	4.12	0.452	-2	-0.9	-3
P1/2	-	4	2.43	2.13	5.19	-	-	-	5.19	0.282	16	4.5	24
T1	-	20	2.43	2.13	5.19	-	-	-	5.19	0.433	0	0.0	0

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: ANO	p1 = 0	Qo = -20 W
1.6 > 0.5	Vyhovuje	Vvent = 35 m³/h	p2 = 0	Qp = -19 W
			p3 = -0.05	Qv = -25 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 0 m³/h		Qz = 0 W
-25 < -3	Vyhovuje	Qv = 1300 * Vvent * (ti - (22))		Qc = -44 W

Výpočet místnosti: 1.12 - Sklad

ti = 22.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 168.6 m³ S = 220.0 m² Spdl = 39.0 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S1A	100	-12	5.62	9.00	50.53	-	2	4.00	46.53	0.175	34	5.9	277
O3	-	-12	2.00	1.00	2.00	0.000	-	-	2.00	0.640	34	21.8	44
O3	-	-12	2.00	1.00	2.00	0.000	-	-	2.00	0.640	34	21.8	44
S2	250	24	3.15	4.50	14.18	-	-	-	14.18	0.452	-2	-0.9	-12
S2	250	20	1.85	4.50	8.31	-	-	-	8.31	0.452	2	0.9	8
S2	250	20	1.94	4.50	8.71	-	-	-	8.71	0.452	2	0.9	8
S2	250	24	0.61	4.50	2.74	-	-	-	2.74	0.452	-2	-0.9	-2
S3B11	115	22	3.25	4.50	14.63	-	-	-	14.63	0.818	0	0.0	1
S3B11	115	22	2.12	4.50	9.52	-	1	1.77	7.75	0.818	0	0.0	0
D5	-	22	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	10	7.43	4.50	33.42	-	-	-	33.42	0.818	12	9.8	329
P1/2	-	4	7.43	5.25	38.99	-	-	-	38.99	0.282	18	5.1	198
T2	-	22	7.43	5.25	38.99	-	-	-	38.99	0.311	0	0.0	0

Tabulka 8: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (7)

Výpočet místnosti: 1.12 - Sklad (pokračování...)

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: NE	p1 = 0.03	Qo = 895 W
0 < 0.5	Nevyhovuje	Vvent = 0 m³/h	p2 = 0	Qp = 922 W
			p3 = 0	Qv = 1036 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 84.3 m³/h		Qz = 0 W
1036 > 184	Nevyhovuje	Qv = 1300 * S(i * l) * B * M * (ti - te)		Qc = 1958 W

Výpočet místnosti: 1.13 - Technická místnost

ti = 22.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 35.4 m³ S = 69.3 m² Spdl = 8.2 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	22	3.25	4.50	14.63	-	-	-	14.63	0.818	-0	-0.0	0
S2	250	24	1.72	4.50	7.72	-	-	-	7.72	0.452	-2	-0.9	-6
S2	250	20	0.92	4.50	4.12	-	-	-	4.12	0.452	2	0.9	4
S3B11	115	22	2.63	4.50	11.84	-	-	-	11.84	0.818	-0	-0.0	0
S3B11	115	22	3.25	4.50	14.63	-	1	2.17	12.46	0.818	-0	-0.0	0
D6	-	22	1.10	1.97	2.17	0.000	-	-	2.17	2.000	-0	-0.0	0
P1/2	-	4	3.25	2.52	8.18	-	-	-	8.18	0.282	18	5.1	42
T2	-	22	3.25	2.52	8.18	-	-	-	8.18	0.311	-0	-0.0	0

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: ANO	p1 = 0	Qo = 40 W
1 > 0.5	Vyhovuje	Vvent = 35 m³/h	p2 = 0	Qp = 38 W
			p3 = -0.05	Qv = 0 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 0 m³/h		Qz = 0 W
0 < 7	Vyhovuje	Qv = 1300 * Vvent * (ti - (22))		Qc = 38 W

Výpočet místnosti: 1.14 - Sklad

ti = 22.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 1982.0 m³ S = 741.8 m² Spdl = 222.7 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	22	2.12	4.50	9.52	-	1	1.77	7.75	0.818	0	0.0	0
D5	-	22	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	22	2.63	4.50	11.84	-	-	-	11.84	0.818	0	0.0	1
S3B11	115	22	3.25	4.50	14.63	-	1	2.17	12.46	0.818	0	0.0	1
D6	-	22	1.10	1.97	2.17	0.000	-	-	2.17	2.000	0	0.0	1
S2	250	20	1.51	4.50	6.82	-	1	1.58	5.24	0.452	2	0.9	5
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	2	4.0	7
S2	250	20	3.12	4.50	14.02	-	1	3.08	10.94	0.452	2	0.9	10
D7	-	20	1.40	2.20	3.08	0.000	-	-	3.08	2.000	2	4.0	13
S3B11	115	22	6.09	4.50	27.43	-	-	-	27.43	0.818	0	0.0	0
S3B11	115	22	2.72	4.50	12.23	-	-	-	12.23	0.818	0	0.0	0
S1A	100	-12	7.89	9.00	71.01	-	-	-	71.01	0.175	34	5.9	423
S2	250	22	4.40	9.00	39.62	-	-	-	39.62	0.452	0	0.0	0
S3B11	115	22	5.79	9.00	52.11	-	1	3.08	49.03	0.818	0	0.0	0
D7	-	22	1.40	2.20	3.08	0.000	-	-	3.08	2.000	0	0.0	0
P1/2	-	4	12.71	10.89	96.37	-	-	-	96.37	0.282	18	5.1	490
S3B11	115	10	8.27	4.50	37.22	-	1	3.08	34.14	0.818	12	9.8	336
D7	-	10	1.40	2.20	3.08	0.000	-	-	3.08	2.000	12	24.0	74
R2	-	-12	20.45	10.89	222.70	-	-	-	222.70	0.187	34	6.4	1416

Tabulka 9: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (8)

Výpočet místnosti: 1.14 - Sklad (pokračování...)

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: ANO	p1 = 0.03	Qo = 2777 W
0 < 0.5	Nevyhovuje	Vvent = 35 m³/h	p2 = 0	Qp = 3000 W
			p3 = 0.05	Qv = 152 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 0 m³/h		Qz = 0 W
152 < 600	Vyhovuje	Qv = 1300 * Vvent * (ti - (10))		Qc = 3152 W

Výpočet místnosti: 1.15 - Jemné broušení

ti = 22.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 35.1 m³ S = 70.1 m² Spdl = 8.1 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	22	6.09	4.50	27.43	-	-	-	27.43	0.818	0	0.0	0
S2	250	20	2.62	4.50	11.77	-	1	1.58	10.19	0.452	2	0.9	10
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	2	4.0	7
S3B11	115	22	3.25	4.50	14.63	-	1	1.58	13.05	0.818	0	0.0	0
D4	-	22	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	0	0.0	0
P1/2	-	4	3.25	2.50	8.13	-	-	-	8.13	0.282	18	5.1	42
T2	-	22	3.25	2.50	8.13	-	-	-	8.13	0.311	0	0.0	0

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: ANO	p1 = 0	Qo = 59 W
1 > 0.5	Vyhovuje	Vvent = 35 m³/h	p2 = 0	Qp = 62 W
			p3 = 0.05	Qv = 26 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 0 m³/h		Qz = 0 W
26 > 12	Nevyhovuje	Qv = 1300 * Vvent * (ti - (20))		Qc = 88 W

Výpočet místnosti: 1.16 - Hrubé broušení

ti = 22.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 38.2 m³ S = 88.8 m² Spdl = 8.8 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	22	3.25	4.50	14.63	-	1	1.58	13.05	0.818	0	0.0	0
D4	-	22	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	22	2.72	4.50	12.23	-	-	-	12.23	0.818	0	0.0	0
S2	250	20	2.83	4.50	12.74	-	-	-	12.74	0.452	2	0.9	12
S1A	100	-12	3.50	9.00	31.50	-	-	-	31.50	0.175	34	5.9	188
P1/2	-	4	3.25	2.72	8.83	-	-	-	8.83	0.282	18	5.1	45
T2	-	22	3.25	2.72	8.83	-	-	-	8.83	0.311	0	0.0	0

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: ANO	p1 = 0	Qo = 245 W
0.9 > 0.5	Vyhovuje	Vvent = 35 m³/h	p2 = 0	Qp = 258 W
			p3 = 0.05	Qv = 0 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 0 m³/h		Qz = 0 W
0 < 51	Vyhovuje	Qv = 1300 * Vvent * (ti - (22))		Qc = 258 W

Tabulka 10: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (9)

Výpočet místnosti: 1.17 - Vstupní a výstupní sklad

 $t_i = 10.0\text{ °C}$ $t_e = -12.0\text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8\text{ Pa}^{0.67}$ $V = 240.3\text{ m}^3$ $S = 323.1\text{ m}^2$ $Spdl = 55.6\text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U [W/m ² K]	dt [K]	U * dt [W/m ²]	Qo [W]
S3B11	115	22	8.27	4.50	37.22	-	1	3.08	34.14	0.818	-12	-9.8	-335
D7	-	22	1.40	2.20	3.08	0.000	-	-	3.08	2.000	-12	-24.0	-73
S3B11	115	22	7.43	4.50	33.42	-	-	-	33.42	0.818	-12	-9.8	-328
S3B11	115	22	1.25	9.00	11.30	-	-	-	11.30	0.818	-12	-9.8	-110
S3B11	115	20	1.22	9.00	10.94	-	-	-	10.94	0.818	-10	-8.2	-89
S1A	100	-12	5.64	9.00	50.76	-	1	5.28	45.48	0.175	22	3.8	176
D8	-	-12	2.40	2.20	5.28	0.000	-	-	5.28	0.920	22	20.2	107
S3B11	115	22	5.00	9.00	45.00	-	-	-	45.00	0.818	-12	-9.8	-441
S3B11	115	22	2.59	9.00	23.29	-	-	-	23.29	0.818	-12	-9.8	-228
P1/2	-	4	10.06	5.53	55.57	-	-	-	55.57	0.282	6	1.7	95
T2	-	22	10.06	5.53	55.57	-	-	-	55.57	0.311	-12	-3.7	-207

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: NE $p_1 = 0$ $Q_o = -1433\text{ W}$
 $0 < 0.5$ Nevyhovuje $V_{vent} = 0\text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = -1433\text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2Q_p$ [W] $V_{inf} = 120.2\text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = 0$ $Q_v = 955\text{ W}$
 $955 > -286$ Nevyhovuje $Q_v = 1300 * S(i * l) * B * M * (t_i - t_e)$ $Q_z = 0\text{ W}$
 $Q_c = -478\text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.18 - Velin tabák

 $t_i = 22.0\text{ °C}$ $t_e = -12.0\text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8\text{ Pa}^{0.67}$ $V = 50.9\text{ m}^3$ $S = 123.9\text{ m}^2$ $Spdl = 11.8\text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U [W/m ² K]	dt [K]	U * dt [W/m ²]	Qo [W]
S3B11	115	10	5.00	9.00	45.00	-	-	-	45.00	0.818	12	9.8	442
S3B11	115	20	1.90	9.00	17.10	-	-	-	17.10	0.818	2	1.6	28
P1/2	-	4	4.90	2.40	11.76	-	-	-	11.76	0.282	18	5.1	60
T2	-	22	4.90	2.40	11.76	-	-	-	11.76	0.311	0	0.0	0
S3B10	100	22	7.30	4.50	32.85	-	1	1.77	31.08	0.818	0	0.0	0
D5	-	22	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	22	0.60	9.00	5.40	-	-	-	5.40	0.818	0	0.0	0

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: ANO $p_1 = 0.03$ $Q_o = 530\text{ W}$
 $0.7 > 0.5$ Vyhovuje $V_{vent} = 35\text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 573\text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2Q_p$ [W] $V_{inf} = 0\text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = 0.05$ $Q_v = 0\text{ W}$
 $0 < 114$ Vyhovuje $Q_v = 1300 * V_{vent} * (t_i - (22))$ $Q_z = 0\text{ W}$
 $Q_c = 573\text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.19 - Ruční výroba tabáku

 $t_i = 22.0\text{ °C}$ $t_e = -12.0\text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8\text{ Pa}^{0.67}$ $V = 766.7\text{ m}^3$ $S = 476.9\text{ m}^2$ $Spdl = 86.1\text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U [W/m ² K]	dt [K]	U * dt [W/m ²]	Qo [W]
S1A	100	-12	19.01	9.00	171.07	-	4	8.00	163.07	0.175	34	5.9	971
O3	-	-12	2.00	1.00	2.00	0.000	-	-	2.00	0.640	34	21.8	44
O3	-	-12	2.00	1.00	2.00	0.000	-	-	2.00	0.640	34	21.8	44
O3	-	-12	2.00	1.00	2.00	0.000	-	-	2.00	0.640	34	21.8	44
O3	-	-12	2.00	1.00	2.00	0.000	-	-	2.00	0.640	34	21.8	44

Tabulka 11: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (10)

Výpočet místnosti: 1.19 - Ruční výroba tabáku (pokračování...)

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	22	8.61	9.00	77.44	-	2	3.54	73.90	0.818	0	0.0	0
D5	-	22	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
D5	-	22	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	10	2.59	9.00	23.29	-	-	-	23.29	0.818	12	9.8	229
P1/2	-	4	11.11	7.59	71.76	-	-	-	71.76	0.282	18	5.1	365
S3B10	100	22	7.30	4.50	32.85	-	1	1.77	31.08	0.818	0	0.0	0
D5	-	22	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
R2	-	-12	11.21	7.69	86.14	-	-	-	86.14	0.187	34	6.4	548

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: NE $p_1 = 0.03$ $Q_o = 2289 \text{ W}$
 $0 < 0.5$ Nevhovuje $V_{vent} = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 2473 \text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2 Q_p$ [W] $V_{inf} = 383.3 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = 0.05$ $Q_v = 4707 \text{ W}$
 $4707 > 494$ Nevhovuje $Q_v = 1300 * S(i * l) * B * M * (t_i - t_e)$ $Q_z = 0 \text{ W}$
 $Q_c = 7180 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.20 - Zrání tabáku

$t_i = 22.0 \text{ °C}$ $t_e = -12.0 \text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8 \text{ Pa}^{0.67}$ $V = 1068.4 \text{ m}^3$ $S = 650.7 \text{ m}^2$ $Spdl = 120.0 \text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	22	8.61	9.00	77.44	-	2	3.54	73.90	0.818	0	0.0	0
D5	-	22	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
D5	-	22	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B10	100	20	1.90	4.50	8.55	-	-	-	8.55	0.818	2	1.6	14
S3B11	115	10	1.25	9.00	11.30	-	-	-	11.30	0.818	12	9.8	111
S2	250	22	9.28	9.00	83.49	-	1	2.17	81.32	0.452	0	0.0	0
D6	-	22	1.10	1.97	2.17	0.000	-	-	2.17	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	22	5.79	9.00	52.11	-	1	3.08	49.03	0.818	0	0.0	0
D7	-	22	1.40	2.20	3.08	0.000	-	-	3.08	2.000	0	0.0	0
S1A	100	-12	18.54	9.00	166.88	-	-	-	166.88	0.175	34	5.9	993
P1/2	-	4	12.55	11.11	113.56	-	-	-	113.56	0.282	18	5.1	577
S3B11	115	22	0.60	9.00	5.40	-	-	-	5.40	0.818	0	0.0	0
S3B10	100	20	1.20	4.50	5.40	-	1	1.58	3.82	0.818	2	1.6	7
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	2	4.0	7
R2	-	-12	12.76	11.32	120.04	-	-	-	120.04	0.187	34	6.4	764

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: ANO $p_1 = 0.03$ $Q_o = 2473 \text{ W}$
 $0 < 0.5$ Nevhovuje $V_{vent} = 35 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 2671 \text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2 Q_p$ [W] $V_{inf} = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = 0.05$ $Q_v = 0 \text{ W}$
 $0 < 534$ Vyhovuje $Q_v = 1300 * V_{vent} * (t_i - (22))$ $Q_z = 0 \text{ W}$
 $Q_c = 2671 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.21 - Sklad uhlíku

$t_i = 22.0 \text{ °C}$ $t_e = -12.0 \text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8 \text{ Pa}^{0.67}$ $V = 217.4 \text{ m}^3$ $S = 218.5 \text{ m}^2$ $Spdl = 24.4 \text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S1D	400	-12	5.17	9.00	46.58	-	-	-	46.58	0.129	34	4.4	205

Tabulka 12: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (11)

Výpočet místnosti: 1.21 - Sklad uhlíku (pokračování...)

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S2	250	22	9.28	9.00	83.49	-	1	2.17	81.32	0.452	0	0.0	0
D6	-	22	1.10	1.97	2.17	0.000	-	-	2.17	2.000	0	0.0	0
S2	250	22	4.40	9.00	39.62	-	-	-	39.62	0.452	0	0.0	0
P1/2	-	4	4.92	3.85	18.97	-	-	-	18.97	0.282	18	5.1	97
R2	-	-12	5.42	4.50	24.42	-	-	-	24.42	0.187	34	6.4	156

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: ANO $p_1 = 0$ $Q_o = 458 \text{ W}$
 $0.2 < 0.5$ Nevhovuje $V_{vent} = 35 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 481 \text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2 Q_p$ [W] $V_{inf} = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = 0.05$ $Q_v = 0 \text{ W}$
 $0 < 96$ Vyhovuje $Q_v = 1300 * V_{vent} * (t_i - (22))$ $Q_z = 0 \text{ W}$
 $Q_c = 481 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 1.22 - WC

$t_i = 20.0 \text{ °C}$ $t_e = -12.0 \text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8 \text{ Pa}^{0.67}$ $V = 9.0 \text{ m}^3$ $S = 46.2 \text{ m}^2$ $Spdl = 2.1 \text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	10	1.22	9.00	10.94	-	-	-	10.94	0.818	10	8.2	90
S3B10	100	22	1.90	4.50	8.55	-	-	-	8.55	0.818	-2	-1.6	-13
S3B11	115	22	1.90	9.00	17.10	-	-	-	17.10	0.818	-2	-1.6	-27
P1/2	-	4	1.90	1.10	2.09	-	-	-	2.09	0.282	16	4.5	10
T2	-	22	1.90	1.10	2.09	-	-	-	2.09	0.311	-2	-0.6	-1
S3B10	100	22	1.20	4.50	5.40	-	1	1.58	3.82	0.818	-2	-1.6	-6
D4	-	22	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	-2	-4.0	-6

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: ANO $p_1 = 0$ $Q_o = 47 \text{ W}$
 $3.9 > 0.5$ Vyhovuje $V_{vent} = 35 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 52 \text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2 Q_p$ [W] $V_{inf} = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = 0.1$ $Q_v = -25 \text{ W}$
 $-25 < 10$ Vyhovuje $Q_v = 1300 * V_{vent} * (t_i - (22))$ $Q_z = 0 \text{ W}$
 $Q_c = 27 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 2.01 - Showroom

$t_i = 20.0 \text{ °C}$ $t_e = -12.0 \text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8 \text{ Pa}^{0.67}$ $V = 254.7 \text{ m}^3$ $S = 268.8 \text{ m}^2$ $Spdl = 61.4 \text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S1C	485	-12	5.19	4.50	23.34	-	1	2.80	20.54	0.113	32	3.6	75
O6	-	-12	3.50	0.80	2.80	0.000	-	-	2.80	0.640	32	20.5	58
S1B	315	-12	11.10	4.50	49.93	-	1	4.09	45.84	0.126	32	4.0	185
D1	-	-12	1.90	2.15	4.09	0.000	-	-	4.09	0.950	32	30.4	125
S2	250	22	5.09	4.50	22.89	-	-	-	22.89	0.452	-2	-0.9	-20
S3B11	115	20	4.07	4.50	18.32	-	1	5.32	13.00	0.818	0	0.0	0
D10	-	20	2.70	1.97	5.32	0.000	-	-	5.32	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	7.03	4.50	31.61	-	1	3.55	28.06	0.818	0	0.0	0
D9	-	20	1.80	1.97	3.55	0.000	-	-	3.55	2.000	0	0.0	0
T1	-	20	2.39	1.82	3.41	-	-	-	3.41	0.433	0	0.0	1
T1	-	20	1.23	0.58	0.71	-	-	-	0.71	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	2.84	2.64	7.48	-	-	-	7.48	0.433	0	0.0	0

Tabulka 13: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (12)

Výpočet místnosti: 2.01 - Showroom (pokračování...)

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
T1	-	24	2.84	1.90	5.39	-	-	-	5.39	0.433	-4	-1.7	-9
T1	-	20	2.15	1.75	3.76	-	-	-	3.76	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	4.75	4.74	1.77	-	-	-	1.77	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	6.36	4.75	30.19	-	-	-	30.19	0.433	0	0.0	0
R1	-	-12	11.83	5.19	61.36	-	-	-	61.36	0.149	32	4.8	293

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: NE $p_1 = 0$ $Q_o = 708 \text{ W}$
 $0 < 2$ Nevhovuje $V_{vent} = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 708 \text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2 Q_p$ [W] $V_{inf} = 509.3 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = 0$ $Q_v = 5886 \text{ W}$
 $5886 > 141$ Nevhovuje $Q_v = 1300 * S(i * l) * B * M * (t_i - t_e)$ $Q_z = 0 \text{ W}$
 $Q_c = 6594 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 2.02 - Kancelář

$t_i = 20.0 \text{ °C}$ $t_e = -12.0 \text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8 \text{ Pa}^{0.67}$ $V = 102.9 \text{ m}^3$ $S = 135.5 \text{ m}^2$ $Spdl = 24.8 \text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S1C	485	-12	4.70	4.50	21.13	-	2	7.04	14.09	0.113	32	3.6	51
O1	-	-12	1.60	2.20	3.52	0.000	-	-	3.52	0.640	32	20.5	73
O1	-	-12	1.60	2.20	3.52	0.000	-	-	3.52	0.640	32	20.5	73
S3B11	115	20	4.91	4.50	22.09	-	1	1.77	20.32	0.818	0	0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	4.58	4.50	20.61	-	1	1.77	18.84	0.818	0	0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	4.91	4.50	22.09	-	-	-	22.09	0.818	0	0.0	0
T1	-	20	4.79	4.57	21.89	-	-	-	21.89	0.433	0	0.0	0
R1	-	-12	5.28	4.70	24.79	-	-	-	24.79	0.149	32	4.8	119

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: NE $p_1 = 0$ $Q_o = 316 \text{ W}$
 $0 < 1$ Nevhovuje $V_{vent} = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 301 \text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2 Q_p$ [W] $V_{inf} = 102.9 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = -0.05$ $Q_v = 1190 \text{ W}$
 $1190 > 60$ Nevhovuje $Q_v = 1300 * S(i * l) * B * M * (t_i - t_e)$ $Q_z = 0 \text{ W}$
 $Q_c = 1491 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 2.03 - Kancelář

$t_i = 20.0 \text{ °C}$ $t_e = -12.0 \text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8 \text{ Pa}^{0.67}$ $V = 97.8 \text{ m}^3$ $S = 131.0 \text{ m}^2$ $Spdl = 23.6 \text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S1C	485	-12	4.46	4.50	20.09	-	2	7.04	13.05	0.113	32	3.6	48
O1	-	-12	1.60	2.20	3.52	0.000	-	-	3.52	0.640	32	20.5	73
O1	-	-12	1.60	2.20	3.52	0.000	-	-	3.52	0.640	32	20.5	73
S3B11	115	20	4.91	4.50	22.09	-	1	1.77	20.32	0.818	0	0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	4.35	4.50	19.57	-	1	1.77	17.80	0.818	0	0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	4.91	4.50	22.09	-	1	1.77	20.32	0.818	0	0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0

Tabulka 14: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (13)

Výpočet místnosti: 2.03 - Kancelář (pokračování...)

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
T1	-	20	4.79	4.35	20.86	-	-	-	20.86	0.433	0	0.0	0
R1	-	-12	5.28	4.46	23.57	-	-	-	23.57	0.149	32	4.8	113

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: NE	p1 = 0	Qo = 307 W
0 < 1	Nevyhovuje	Vvent = 0 m³/h	p2 = 0	Qp = 292 W
			p3 = -0.05	Qv = 1131 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 97.8 m³/h		Qz = 0 W
1131 > 58	Nevyhovuje	Qv = 1300 * S(i * l) * B * M * (ti - te)		Qc = 1423 W

Výpočet místnosti: 2.04 - Kancelář

ti = 20.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 221.0 m³ S = 247.1 m² Spdl = 53.3 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S1C	485	-12	4.50	4.50	20.26	-	2	7.04	13.22	0.113	32	3.6	48
O1	-	-12	1.60	2.20	3.52	0.000	-	-	3.52	0.640	32	20.5	73
O1	-	-12	1.60	2.20	3.52	0.000	-	-	3.52	0.640	32	20.5	73
S1B	315	-12	11.35	4.50	51.05	-	-	-	51.05	0.126	32	4.0	206
S2	250	22	4.30	4.50	19.36	-	-	-	19.36	0.452	-2	-0.9	-17
S3B11	115	20	2.39	4.50	10.73	-	-	-	10.73	0.818	0	0.0	1
S3B11	115	20	1.80	4.50	8.10	-	-	-	8.10	0.818	0	0.0	0
S3B11	115	20	2.00	4.50	9.00	-	1	1.77	7.23	0.818	0	0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	4.91	4.50	22.09	-	1	1.77	20.32	0.818	0	0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
T1	-	20	11.10	4.19	46.46	-	-	-	46.46	0.433	0	0.0	0
R1	-	-12	11.83	4.50	53.26	-	2	2.00	51.26	0.149	32	4.8	245
O7	-	-12	1.00	1.00	1.00	0.000	-	-	1.00	0.640	32	20.5	21
O7	-	-12	1.00	1.00	1.00	0.000	-	-	1.00	0.640	32	20.5	21

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: NE	p1 = 0	Qo = 671 W
0 < 1	Nevyhovuje	Vvent = 0 m³/h	p2 = 0	Qp = 671 W
			p3 = 0	Qv = 2555 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 221 m³/h		Qz = 0 W
2555 > 134	Nevyhovuje	Qv = 1300 * S(i * l) * B * M * (ti - te)		Qc = 3226 W

Výpočet místnosti: 2.05 - Jednací místnost

ti = 20.0 °C te = -12.0 °C M = 0.7 B = 8 Pa^{0.67} V = 153.3 m³ S = 185.5 m² Spdl = 36.9 m²

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	20	4.07	4.50	18.32	-	1	5.32	13.00	0.818	0	0.0	0
D10	-	20	2.70	1.97	5.32	0.000	-	-	5.32	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	1.60	4.50	7.20	-	1	3.08	4.12	0.818	0	0.0	0
D7	-	20	1.40	2.20	3.08	0.000	-	-	3.08	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	6.73	4.50	30.29	-	1	1.58	28.71	0.818	0	0.0	0
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	1.80	4.50	8.10	-	-	-	8.10	0.818	0	0.0	0

Tabulka 15: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (14)

Výpočet místnosti: 2.05 - Jednací místnost (pokračování...)

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	20	2.27	4.50	10.22	-	1	1.58	8.63	0.818	0	0.0	1
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	0	0.0	1
S2	250	22	8.33	4.50	37.49	-	-	-	37.49	0.452	-2	-0.9	-33
T1	-	20	6.02	4.07	14.32	-	-	-	14.32	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	2.09	1.82	2.86	-	-	-	2.86	0.433	0	0.0	1
T1	-	20	1.23	0.59	0.72	-	-	-	0.72	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	2.15	1.75	3.75	-	-	-	3.75	0.433	0	0.0	0
T1	-	24	2.21	2.15	4.75	-	-	-	4.75	0.433	-4	-1.7	-8
T1	-	20	2.43	2.13	5.19	-	-	-	5.19	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	6.72	4.07	1.85	-	-	-	1.85	0.433	0	0.0	0
R1	-	-12	8.33	4.44	36.95	-	2	2.00	34.95	0.149	32	4.8	167
O7	-	-12	1.00	1.00	1.00	0.000	-	-	1.00	0.640	32	20.5	21
O7	-	-12	1.00	1.00	1.00	0.000	-	-	1.00	0.640	32	20.5	21

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: NE $p_1 = 0$ $Q_o = 171 \text{ W}$
 $0 < 2$ Nevhovuje $V_{vent} = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 163 \text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2 Q_p$ [W] $V_{inf} = 306.7 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = -0.05$ $Q_v = 3544 \text{ W}$
 $3544 > 32$ Nevhovuje $Q_v = 1300 * S(i * l) * B * M * (t_i - t_e)$ $Q_z = 0 \text{ W}$
 $Q_c = 3707 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 2.06 - Sklad

$t_i = 20.0 \text{ °C}$ $t_e = -12.0 \text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8 \text{ Pa}^{0.67}$ $V = 25.4 \text{ m}^3$ $S = 54.0 \text{ m}^2$ $Spdl = 6.1 \text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S2	250	22	2.31	4.50	10.42	-	-	-	10.42	0.452	-2	-0.9	-9
S3B11	115	20	2.27	4.50	10.22	-	1	1.58	8.63	0.818	-0	-0.0	0
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	-0	-0.0	0
S3B11	115	20	2.39	4.50	10.73	-	-	-	10.73	0.818	-0	-0.0	0
S3B11	115	20	1.10	4.50	4.95	-	-	-	4.95	0.818	-0	-0.0	0
S3B11	115	20	1.22	4.50	5.47	-	-	-	5.47	0.818	-0	-0.0	0
T1	-	20	2.31	2.27	5.25	-	-	-	5.25	0.433	-0	-0.0	0
R1	-	-12	2.52	2.43	6.12	-	-	-	6.12	0.149	32	4.8	30

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: ANO $p_1 = 0$ $Q_o = 21 \text{ W}$
 $1.4 > 0.5$ Vyhovuje $V_{vent} = 35 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 20 \text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2 Q_p$ [W] $V_{inf} = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = -0.05$ $Q_v = 0 \text{ W}$
 $0 < 4$ Vyhovuje $Q_v = 1300 * V_{vent} * (t_i - (20))$ $Q_z = 0 \text{ W}$
 $Q_c = 20 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 2.07 - Schodiště

$t_i = 20.0 \text{ °C}$ $t_e = -12.0 \text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8 \text{ Pa}^{0.67}$ $V = 49.1 \text{ m}^3$ $S = 100.8 \text{ m}^2$ $Spdl = 11.8 \text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B11	115	20	1.60	4.50	7.20	-	1	3.08	4.12	0.818	0	0.0	0
D7	-	20	1.40	2.20	3.08	0.000	-	-	3.08	2.000	0	0.0	0
S3B10	100	20	2.00	4.50	9.00	-	1	1.77	7.23	0.818	0	0.0	0

Tabulka 16: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (15)

Výpočet místnosti: 2.07 - Schodiště (pokračování...)

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	4.91	4.50	22.09	-	-	-	22.09	0.818	0	0.0	0
S3B11	115	20	7.03	4.50	31.61	-	1	3.55	28.06	0.818	0	0.0	0
D9	-	20	1.80	1.97	3.55	0.000	-	-	3.55	2.000	0	0.0	0
T1	-	20	3.31	1.50	4.97	-	-	-	4.97	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	1.39	1.28	1.78	-	-	-	1.78	0.433	0	0.0	1
T1	-	20	1.50	0.46	0.68	-	-	-	0.68	0.433	0	0.0	1
T1	-	20	1.50	0.10	0.15	-	-	-	0.15	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	1.51	1.50	0.49	-	-	-	0.49	0.433	0	0.0	0
S1C	485	-12	1.60	4.50	7.20	-	-	-	7.20	0.113	32	3.6	27
R1	-	-12	7.39	1.60	11.83	-	-	-	11.83	0.149	32	4.8	57

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: NE $p_1 = 0$ $Q_o = 86 \text{ W}$
 $0 < 0.5$ Nevhovuje $V_{vent} = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 86 \text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2 Q_p$ [W] $V_{inf} = 24.6 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = 0$ $Q_v = 284 \text{ W}$
 $284 > 17$ Nevhovuje $Q_v = 1300 * S(i * l) * B * M * (t_i - t_e)$ $Q_z = 0 \text{ W}$
 $Q_c = 370 \text{ W}$

Výpočet místnosti: 2.08 - Chodba

$t_i = 20.0 \text{ °C}$ $t_e = -12.0 \text{ °C}$ $M = 0.7$ $B = 8 \text{ Pa}^{0.67}$ $V = 80.4 \text{ m}^3$ $S = 137.6 \text{ m}^2$ $Spdl = 19.4 \text{ m}^2$

konstr.	tloušťka [mm]	tzk [°C]	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
S3B10	100	20	2.00	4.50	9.00	-	1	1.77	7.23	0.818	0	0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	4.58	4.50	20.61	-	1	1.77	18.84	0.818	0	0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	4.35	4.50	19.57	-	1	1.77	17.80	0.818	0	0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	2.00	4.50	9.00	-	1	1.77	7.23	0.818	0	0.0	0
D5	-	20	0.90	1.97	1.77	0.000	-	-	1.77	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	6.73	4.50	30.29	-	1	1.58	28.71	0.818	0	0.0	0
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	1.22	4.50	5.47	-	1	1.58	3.89	0.818	0	0.0	0
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	1.10	4.50	4.95	-	1	1.58	3.37	0.818	0	0.0	0
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	0	0.0	0
T1	-	20	9.05	2.00	17.76	-	-	-	17.76	0.433	0	0.0	0
T1	-	20	0.48	0.46	0.22	-	-	-	0.22	0.433	0	0.0	1
T1	-	20	0.60	0.56	0.11	-	-	-	0.11	0.433	0	0.0	0
R1	-	-12	9.16	2.12	19.37	-	-	-	19.37	0.149	32	4.8	93

$n \geq n_p$ [1/h] Nucené větrání: ANO $p_1 = 0$ $Q_o = 94 \text{ W}$
 $0.4 > 0$ Vyhovuje $V_{vent} = 35 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_2 = 0$ $Q_p = 90 \text{ W}$
 $Q_v \leq 0.2 Q_p$ [W] $V_{inf} = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ $p_3 = -0.05$ $Q_v = 0 \text{ W}$
 $0 < 18$ Vyhovuje $Q_v = 1300 * V_{vent} * (t_i - (20))$ $Q_z = 0 \text{ W}$
 $Q_c = 90 \text{ W}$

Tabulka 17: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (16

$$t_i = 20.0\text{ }^{\circ}\text{C} \quad t_e = -12.0\text{ }^{\circ}\text{C} \quad M = 0.7 \quad B = 8\text{ Pa}^{0.67} \quad V = 9.7\text{ m}^3 \quad S = 30.8\text{ m}^2 \quad Spdl = 2.3\text{ m}^2$$

konstr.	tloušťka	tzk	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m²]	j * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U [W/m²·K]	dt [K]	U * dt [W/m²]	Qo [W]
	[mm]	[°C]											
S3B11	115	20	1.10	4.50	4.95	-	1	1.58	3.37	0.818	0	0.0	0
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	0	0.0	0
S3B11	115	20	1.80	4.50	8.10	-	-	-	8.10	0.818	0	0.0	0
S3B11	115	20	1.22	4.50	5.47	-	-	-	5.47	0.818	0	0.0	1
S3B11	115	20	1.69	4.50	7.58	-	-	-	7.58	0.818	0	0.0	0
T1	-	20	1.69	1.10	1.85	-	-	-	1.85	0.433	0	0.0	0
R1	-	-12	1.92	1.22	2.33	-	-	-	2.33	0.149	32	4.8	12

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: NE	p1 = 0	Qo = 13 W
0 < 0.5	Nevyhovuje	Vvent = 0 m³/h	p2 = 0	Qp = 13 W
			p3 = -0.05	Qv = 56 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 4.8 m³/h		Qz = 0 W
56 > 2	Nevyhovuje	Qv = 1300 * S (i * I) * B * M * (ti - te)		Qc = 69 W

$$t_i = 20.0\text{ }^{\circ}\text{C} \quad t_e = -12.0\text{ }^{\circ}\text{C} \quad M = 0.7 \quad B = 8\text{ Pa}^{0.67} \quad V = 9.7\text{ m}^3 \quad S = 30.8\text{ m}^2 \quad Spdl = 2.3\text{ m}^2$$

konstr.	tloušťka	tzk	délka (x) [m]	výška (y) [m]	plocha [m ²]	i * l [10e-4]	počet otvorů [ks]	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U [W/m ² K]	dt [K]	U * dt [W/m ²]	Qo [W]
	[mm]	[°C]											
S3B11	115	20	1.69	4.50	7.58	-	-	-	7.58	0.818	0	0.0	0
S3B11	115	20	1.10	4.50	4.95	-	-	-	4.95	0.818	0	0.0	1
S3B11	115	20	1.80	4.50	8.10	-	-	-	8.10	0.818	0	0.0	0
S3B11	115	20	1.22	4.50	5.47	-	1	1.58	3.89	0.818	0	0.0	0
D4	-	20	0.80	1.97	1.58	0.000	-	-	1.58	2.000	0	0.0	0
T1	-	20	1.68	1.10	1.85	-	-	-	1.85	0.433	0	0.0	0
R1	-	-12	1.92	1.22	2.33	-	-	-	2.33	0.149	32	4.8	12

n >= np	[1/h]	Nucené větrání: NE	p1 = 0	Qo = 13 W
0 < 0.5	Nevyhovuje	Vvent = 0 m³/h	p2 = 0	Qp = 13 W
			p3 = -0.05	Qv = 56 W
Qv <= 0.2Qp	[W]	Vinf = 4.8 m³/h		Qz = 0 W
56 > 2	Nevyhovuje	Qv = 1300 * S(i * l) * B * M * (ti - te)		Qc = 69 W

Tabulka 18: Výpočet tepelných ztrát- Techcon (17)

B.5. Návrh otopných těles

V objektu budou použity tělesa od firmy Korado, a.s.

Všechna tělesa jsou desková, pouze tři tělesa v koupelnách kancelářské části jsou trubková. Použitá desková tělesa jsou typu Radik VKU v provedení 21/33 se spodním připojením levým i pravým podle projektové dokumentace. Vzhledem k velkému objemu místností ve výrobní části objektu budou navrženy stropní destratifikátory, aby bylo zajištěno rovnoměrné vytápění místností. Zvolený teplotní spád je 60/45°C. V koupelnách jsou použity trubková tělesa typu Koralux Linear Max, připojená zespodu na středu.

1. Podlaží											
Číslo místnosti	Účel místnosti	t _i	Teplotní ztráta místnosti Q [W]	Typ OT	Výkon OT	Z1 * Z2 * Z3 * φ				Skutečný výkon tělesa Q _{skut} (W)	Skutečný výkon těles Q _{skut} (W)
1.01	Vstup/lobby/recepce	20	1588	RADIK VKU 21 600/1200	854	1	1	1	1	854	1708
				RADIK VKU 21 600/1200	854	1	1	1	1	854	
1.02	Sklad recepce	20	10	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	4698
1.03	Ruční montáž	20	4490	RADIK VKU 21 600/1100	783	1	1	1	1	783	
				RADIK VKU 21 600/1100	783	1	1	1	1	783	
				RADIK VKU 21 600/1100	783	1	1	1	1	783	
				RADIK VKU 21 600/1100	783	1	1	1	1	783	
				RADIK VKU 21 600/1100	783	1	1	1	1	783	
				RADIK VKU 21 600/1100	783	1	1	1	1	783	
1.04	Chodba	20	29	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
1.05	Úklidová místnost	20	74	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
1.06	Denní místnost	20	431	RADIK VKU 21 600/800	569	1	1	1	1	569	569
1.07	Koupelna ženy	24	635	KORALUX LINEAR MAX 1215/600	351	1	1	0,95	1	333	667
				KORALUX LINEAR MAX 1215/600	351	1	1	0,95	1	333	
1.08	Šatna ženy	20	42	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
1.09	Šatna muži	20	41	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
1.10	Koupelna muži	24	196	KORALUX LINEAR MAX 900/600	261	1	1	0,9	1	235	235
1.11	Velin	20	-44	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
1.12	Sklad	22	1958	RADIK VKU 21 700/1400	1022	1	1	1	1	1022	2044
				RADIK VKU 21 700/1400	1022	1	1	1	1	1022	
1.13	Technická místnost	22	38	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
1.14	Sklad	22	3152	RADIK VKU 33 600/3000	3630	1	1	0,9	1	3267	3267
1.15	Jemné broušení	22	88	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
1.16	Hrubé broušení	22	258	RADIK VKU 21 600/500	326	1	1	0,9	1	293	293
1.17	Vstupní a výstupní sklad	10	-478	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
1.18	Velin tabák	22	573	RADIK VKU 21 600/1000	652	1	1	0,9	1	587	587
1.19	Ruční výroba tabáku	22	7180	RADIK VKU 33 600/1600	1936	1	1	1	1	1936	
				RADIK VKU 33 600/1600	1936	1	1	1	1	1936	
				RADIK VKU 33 600/1600	1936	1	1	1	1	1936	
				RADIK VKU 33 600/1600	1936	1	1	1	1	1936	
1.20	Zrání tabáku	22	2671	RADIK VKU 33 700/2300	3140	1	1	0,9	1	2826	2826
1.21	Sklad uhlíku	22	481	RADIK VKU 21 500/1000	566	1	1	0,9	1	509	509
1.22	WC	20	27	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
2. Podlaží											
2.01	Showroom	20	6594	RADIK VKU 33 700/3000	4477	1	1	1	1	4477	6626
				RADIK VKU 33 700/1600	2388	1	1	0,9	1	2149	
2.02	Kancelář	20	1491	RADIK VKU 21 600/1200	854	1	1	1	1	854	1708
				RADIK VKU 21 600/1200	854	1	1	1	1	854	
2.03	Kancelář	20	1423	RADIK VKU 21 600/1200	854	1	1	1	1	854	1708
				RADIK VKU 21 600/1200	854	1	1	1	1	854	
2.04	Kancelář	20	3226	RADIK VKU 21 600/1400	996	1	1	1	1	996	3428
				RADIK VKU 21 600/1400	996	1	1	1	1	996	
				RADIK VKU 21 700/2000	1596	1	1	0,9	1	1436	
2.05	Jednáci místnost	20	3707	RADIK VKU 33 600/2600	3438	1	1	0,90	1	3094	
				RADIK VKU 33 600/600	794	1	1	0,9	1	715	3809
2.06	Sklad	20	20	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
2.07	Schodiště	20	370	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
2.08	Chodba	20	90	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
2.09	WC	20	69	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-
2.10	WC	20	69	Nevytápěno	-	-	-	-	-	-	-

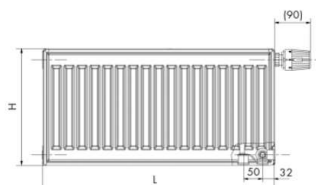
Tabulka 19: Návrh otopných těles

Celkový tepelný výkon těles je 42427 W.

B.5.1. Specifikace otopných těles a prvky pro jejich ovládání

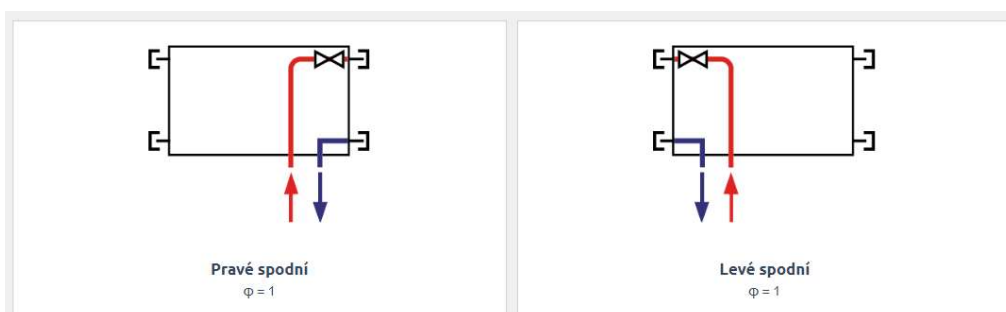
B.5.1.1 Radik VKU

Technické parametry

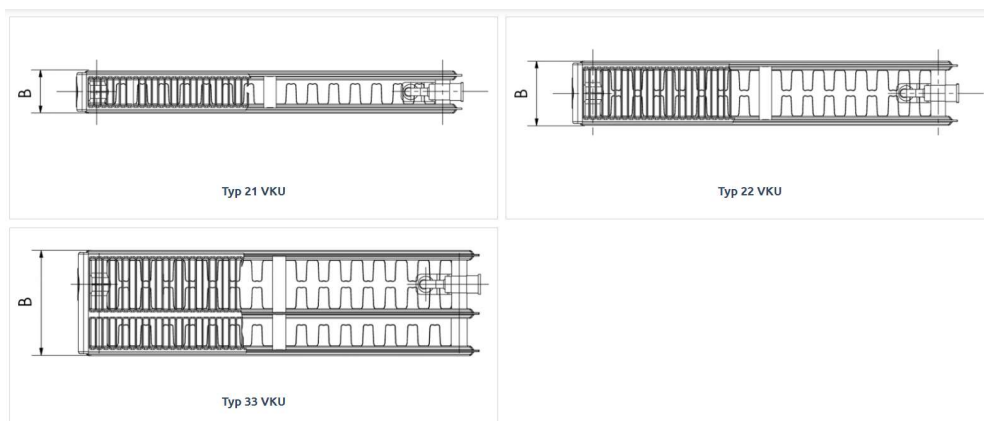


Výška (H)	200, 300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka (L)	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka (B)	
- Typ 21 VKU	66 mm
- Typ 22 VKU	100 mm
- Typ 33 VKU	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 x G½ vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota (°C)	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé nebo levé spodní
Tlaková ztráta	U dvoutrubkové otopné soustavy pro správnou funkci otopných těles je nezbytné stanovit výpočtem a uvést v projektové dokumentaci <u>stupeň přednastavení ventilu</u> . Při realizaci otopné soustavy musí být montážní firmou respektován.

Způsob připojení



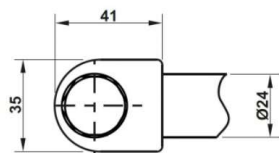
Přehled typů



Technické údaje 1: Korado Radik VKU [8]

B.5.1.2 Koralux Linear Max

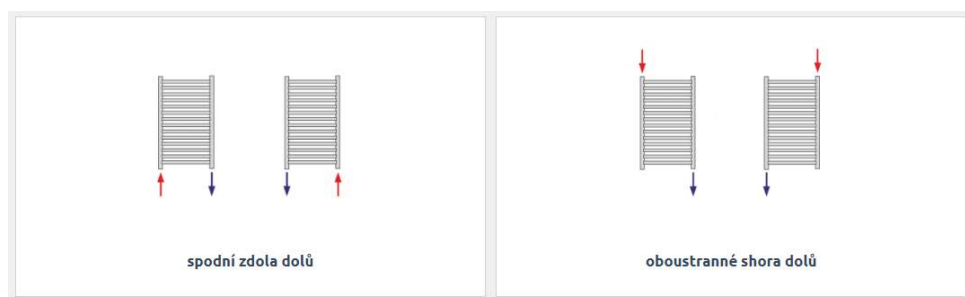
Technické parametry



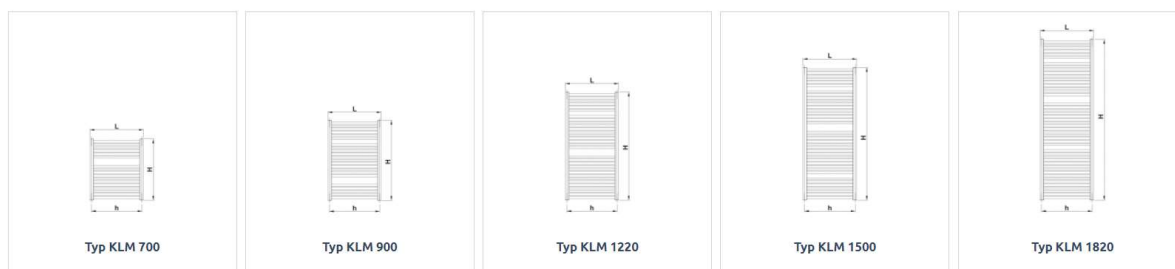
Ocelové trubky Ø 24 mm
Ocelový profil 41 × 35 mm

Výška (H)	690, 900, 1215, 1495, 1810 mm
Délka (L)	450, 600, 750 mm
Hloubka (B)	35 mm
Připojovací rozteč	$h = L - 30 \text{ mm}$
Připojovací závit	4 × G½ vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	1,0 MPa
Zkušební tlak	1,3 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota (°C)	110 °C
Součinitel odporu (DN 15)	$\xi_T = 1,8$
Průtokový součinitel	$A_T = 2,1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Tlaková ztráta	Tlaková ztráta otopného tělesa pro dané provozní podmínky se stanoví výpočtem pomocí hodnoty průtokového součinitele A_T popř. součinitele odporu ξ_T .
Podrobné informace k uchycení tělesa	<ul style="list-style-type: none"> • Upevňovací sada Ø24/35 – MAX • Prostorové uchycení KORALUX

Způsob připojení



Přehled typů



Technické údaje 2: Korado Koralux Linear Max [9]

B.5.2. Armatury otopných těles

B.5.2.1 Vekolux

Pro desková tělesa Radik VKU navrhuji připojovací šroubení Vekolux s vypouštěním je určeno pro připojení deskových otopných těles s integrovanou ventilovou vložkou se spodním připojením s R1/2 vnitřním nebo G3/4 vnějším závitem. Přímé i rohové provedení je k dispozici pro dvoutrubkové i jednotrubkové soustavy. [10]



Obrázek 25: Armatura Vekolux [10]

B.5.2.2 Multilux

Pro trubková otopná tělesa Koralux Linear Max navrhuji radiátorový ventil pro otopná tělesa s dvoubodovým připojením, připojení R1/2 a G3/4 Multilux je radiátorová připojovací garnitura pro připojení otopných žebříků nebo otopných těles bez ventilové vložky se spodním připojením s roztečí 50 mm. [11]



Obrázek 26: Armatura Multilux [11]

Všechna desková i trubková tělesa budou osazeny termostatickými hlavicemi Heimeier typ DX [10]



Obrázek 27: Termostatická hlavice Heimeier DX [23]

B.6. Návrh přípravy teplé vody

Návrh dle ČSN 06 0320

Vstupní údaje:

Počet zaměstnanců: 25

Pracovní doba: 12 hodin

Podlahová plocha: 1041,5 m²

Denní potřeba teplé vody

$$V_{2p} = V_o + V_j + V_u = 25 \cdot 0,02 + 0,04 \cdot 5 + 10,415 \cdot 0,02 = 0,908 \text{ m}^3/\text{osobu za den}$$

kde

V_o - Umývání zaměstnanců

V_j - Sprchování zaměstnanců

V_u - Úklid objektu

Potřeba tepla odebraného z ohříváče TV

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1) = 1,163 \cdot 0,908 \cdot (55 - 10) = 35,33 \text{ kWh}$$

kde

t_2 - teplota teplé vody (55°C)

t_1 - teplota studené vody (10°C)

Teplo ztracené

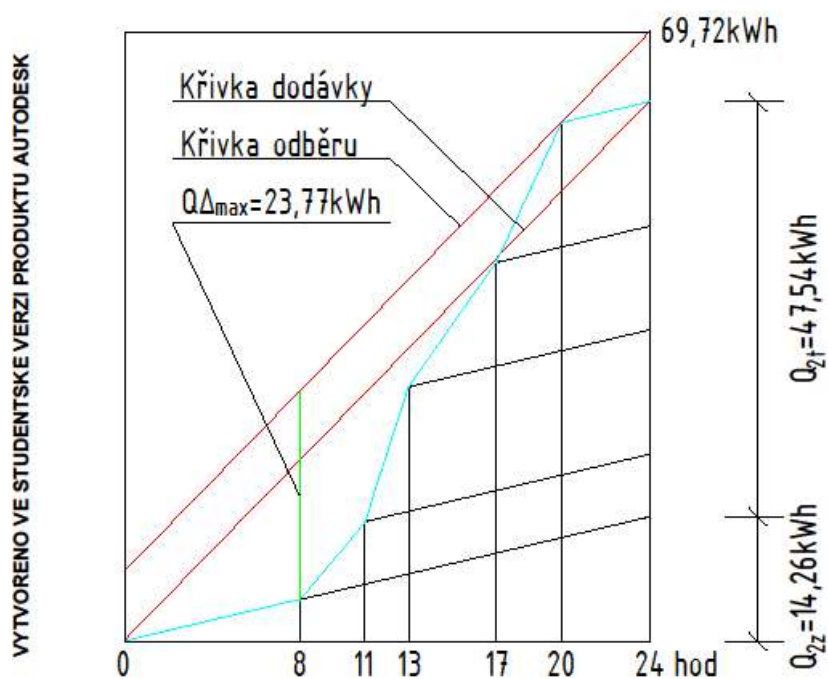
$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 35,33 \cdot 0,3 = 14,26 \text{ kWh}$$

Teplo celkem

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 35,33 + 14,26 = 61,80 \text{ kWh}$$

Denní čas	Procentuální odběr	Celkem	Odebrané
8-11hod	15%	9,27	7,13
11-13hod	30%	18,54	14,26
13-17hod	25%	15,45	11,88

VYTVORENO VE STUDENTSKÉ VERZI PRODUKTU AUTODESK



Obrázek 28: Odběrový diagram teplé vody

Smíšený ohřev teplé vody

VYTVORENO VE STUDENTSKÉ VERZI PRODUKTU AUTODESK

Hodinová špička mezi 11. a 13. hodinou

$$V = (V_{2p} \cdot n_{\%}) / n_{\text{hod}} = (0,908 \cdot 0,3) / 2 = 0,136 \text{ m}^3$$

Požadavek výkonu (včetně ztraceného výkonu)

$$Q=Q_{11-13}/n_{hod}=18,54/2=9,27\text{kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha (70/60)

$$\Delta t=((T_1-t_2)-(T_2-t_1))/\ln((T_1-t_2)/(T_2-t_1))=((60-10)-(70-55))/\ln((60-10)/(70-55)))=37,54\text{K}$$

$$A=(Q \cdot 10^3)/U \cdot \Delta t=9270/(420 \cdot 37,54)=0,184\text{m}^2$$

Navrhuji zásobník s jedním integrovaným výměníkem IVAR.EURO WW 150 o objemu 160l na smíšený ohřev vody.

10.2. OHŘÍVAČ VODY ZÁSOBNÍKOVÝ – IVAR.EURO WW

Ohřívač vody zásobníkový (nepřímotopný) pro přípravu a skladování TV, vyrobený z vysoce kvalitní oceli, s jedním pevným integrovaným trubkovým výměníkem, antikorozi ochrannou (ztrátovou) hořčičkovou anodou a vnitřní povrchovou úpravou typu SMALGLASS dle normy 4753-3 a UNI 10025. Tepelná izolace do objemu 600 l tvrdá (pevná) PU pěna tloušťky 50 mm, od 800 l měkká (snímatelná) tepelná izolace VLIIES tloušťky 100 mm. Možnost využití v kombinaci se solárními systémy.

Výhody:

- možnost integrace do všech systémů
- velká rychlost akumulace a dodávky TV
- vysoká účinnost s nízkými provozními náklady
- absolutní hygiena
- dlouhodobá životnost bez koroze
- jednoduchá instalace



IVAR.EURO WW	TYP	150	200	300	400	500	600	800	1000	1500	2000
Vnitřní povrchová úprava			SMALGLASS								
Celkový objem	litr	160	196	273	400	475	560	738	930	1390	1950
Tepelná izolace z tvrdého PU Energetická třída	50 mm	B	C	C	C	C	C	-	-	-	-
Měkká tepelná izolace VLIIES Energetická třída	100 mm	-	-	-	-	-	-	C	C	C	C
Celková výška s tepelnou izolací	ZZ mm	990	1215	1615	1475	1705	1975	1875	2205	2185	2470
Klopná výška	mm	1170	1375	1735	1700	1900	2150	1900	2200	2280	2580
Průměr nádoby s tep. izolací 50 mm	XX ø mm	600	600	600	750	750	750	-	-	-	-
Průměr nádoby s tep. izolací 100 mm	XX ø mm	-	-	-	-	-	-	990	990	1200	1300
Plocha trubkového výměníku	m²	1,0	1,5	1,8	1,9	2,2	2,5	2,7	3,5	3,6	4,3
Objem vody trubkového výměníku	litr	5,7	8,6	10,4	11,0	12,7	14,3	15,4	21,0	21,0	26,0
Max. absorbovaný výkon výměníku	kW	24	36	44	46	55	63	68	88	94	112
Potřebný průtok výměníkem	m³/h	1,0	1,6	1,9	2,0	2,4	2,7	2,9	3,8	4,0	5,0
Kapacitní objem TV 80 °C / 60 °C - 10 °C / 45 °C (DIN 4708)	m³/h	0,6	0,9	1,1	1,1	1,4	1,5	1,7	2,1	2,0	3,0
Tlaková ztráta výměníku	mbar	12	40	70	80	131	192	240	518	610	832
Hmotnost prázdného zásobníku	kg	68	77	98	113	128	148	192	224	335	503
Koeficient dle DIN 4708	NL	3,0	5,1	6,3	6,5	13,7	15,7	17,0	29,3	31,0	37,0
Příruba	WW ø	180 / 120							290 / 220		
Max. provozní tlak zásobníku	bar	10							8		
Max. provozní tlak výměníku	bar	10									
Max. provozní teplota zásobníku	°C	95									

Technické údaje 3: Zásobníkový ohřívač vody [12]

B.7. Návrh zdroje tepla

Zdroj tepla se navrhuje na tepelnou ztrátu objektu a potřebu teplé vody.

Vstupní údaje

Tepelná ztráta objektu: 40,47kW

Celkový výkon pro ohřev TV: 9,27kW

Návrh

Potřebný výkon kotle se stanoví pomocí následujícího vztahu

$$Q = 0,7 \cdot Q_{\text{vyt}} + Q_{\text{TV}} = 0,7 \cdot 40,47 + 9,27 = 37,60 \text{ kW}$$

Navrhují dva plynové kondenzační kotle Logamax GB192-25i od firmy Buderus.

Každý kotel má výkon 24kW a účinnost 94%.

$$Q = 2 \cdot 24 = 48 \text{ kW}$$



Obrázek 29: Plynový kondenzační kotel Logamax plus GB192i [24]

Vlastnosti kotle			GB192-15i	GB192-25i	GB192-35i	GB192-50i
Tepelné zatížení zemní plyn (příkon)		kW	2,7-17,0	2,7-24,1	5,1-34,4	6,3-48,9
Jmenovitý tepelný výkon (P _n) zemní plyn	80/60°C	kW	16,7	23,8	33,7	47,9
	50/30°C	kW	18	25	35	49,9
Maximální výkon ohřevu teplé vody pro zemní plyn		kW	19,3	24,1	33,7	48,9
Účinnost kotle při maximálním výkonu (P _{n max})	80/60°C	%	98,3	98,6	96,5	97,4
	50/30°C	%	106,2	103,7	101,8	102
Otopný okruh						
Max. výstupní teplota		°C	88			
Zbytková dopravní výška při ΔT = 20 K		mbar	250	266	263	225
Maximální provozní tlak zařízení		bar	3 (4)			
Obsah vody výměníku tepla		l	1,37			1,51
Teplá voda						
Min. přípojovací přetlak teplé vody		bar	1			
Max. přípojovací tlak teplé vody		bar	10			
Maximální teplota teplé vody, kombi/jednotlivě		°C	60			
Potrubní připojení						
Přípojka plynu		palce	R 1/2"			R 3/4"
Přípojka otopné vody		mm	Ø 28, šroubení svérného kroužku 28 - R1" / G1 přiloženo			
Přípojka odvodu kondenzátu		mm	Ø 30			
Hodnoty spalín podle EN 13384						
Teplota spalín plné zatížení	80/60 °C	°C	59	62	69	71
Teplota spalín plné/částečné zatížení	50/30 °C	°C	42/31	46/30	48/30	50/30
Volný dopravní tlak ventilátoru		Pa	59/80 ¹⁾	97/122 ²⁾	101	147
Hmotnostní tok spalín, plné zatížení, max. zatížení		g/s	8,6	10,7	15,3	21,8
Elektrická data						
Napájecí napětí, kmitočet		V	230/50 Hz			
Elektrické krytí			IP X4D (XOD; B23(p); B33)			
Elektrický příkon, plné/částečné zatížení/ stand-by			46 / 18 / 2	73 / 18 / 2	97 / 18 / 2	156 / 20 / 2
Hodnoty nastavení						
Jmenovitý přípojovací přetlak pro zemní plyn (rozsah)		mbar	20 (15 - 25)			
Jmenovitý přípojovací přetlak pro propan (rozsah)		mbar	50 (42,5 - 57,5)			

Technické údaje 4: Plynový kondenzační kotel Logamax plus GB192i [24]

Odtah spalín je zajištěn systémem odkouření Buderus.

Odvod kondenzátu je do kanalizace řešen samospádem přes neutralizační zařízení Neutrakon firmy Buderus.

B.8. Návrh zařízení technické místnosti

B.8.1. Expanzní zařízení

Zařízení vodních otopných soustav umožňuje změny objemu obsažené vody vlivem tepelné objemové roztažnosti bez nedovoleného zvýšení tlaku a zbytečných ztrát otopné vody. Pojistné zařízení zabezpečuje soustavu proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku. [2]

Výpočet dle ČSN 06 0803

Vstupní údaje

Předběžný objem:

Potrubí $V_p=144,00\text{l}$

Kotel $V_k=65,76\text{l}$

Topné tělesa $V_t=424,3\text{l}$

Objem vody v otopné soustavě $V_o=V_p+V_k+V_t=634,06\text{l}$

Výška mamometrické roviny $h_{MR}=1\text{m}$

Nejmenší maximální provozní tlak (pojistný ventil) $p_k=250\text{kPa}$

Výška otopné soustavy $h=5,3\text{m}$

Expanzní objem

$V_e=1,3*V_o*n=1,3*634,06*0,02243=18,47\text{l}$

Koeficient tepelné roztažnosti $n=0,02243$

Nejnižší dovolený přetlak

$p_{ddov} \geq 1,1*h*\rho*g*10^{-3}=1,1*5,3*9,81*10^{-3}=57,19\text{kPa}$

Navrhují $p_{ddov}=60\text{kPa}$

Nevyšší dovolený přetlak

$p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR}*\rho*g*10^{-3})=250-(1*1000*9,81*10^{-3})=240,19\text{kPa}$

Navrhují $p_{hdov}=200\text{kPa}$

Objem expanzní nádoby

$V_{ep}=(V_e*(p_{hp}+100))/(p_{hp}-p_d)=39,62\text{l}$

Navrhují závěsnou expanzní tlakovou nádobu IVAR.ERCE 50 – AQUAHOT.

TECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY						
Model	Objem (litr)	Připojení v dimenzi	ø (mm)	H (mm)	Přednastav. tlak z výroby (bar)	Max přípustný tlak (bar)
ERCE-35	35	3/4"	400	390	1,5	10
ERCE-50	50	3/4"	400	500	1,5	10
ERCE-80	80	3/4"	400	820	1,5	10
ERCE-100	100	3/4"	500	775	1,5	10
ERCE-150	150	3/4"	500	1005	1,5	10
ERCE-200	200	1"	600	1065	1,5	10
ERCE-250	250	1"	650	1160	1,5	10
ERCE-300	300	1"	650	1240	1,5	10
ERCE-500	500	1" 1/4	775	1400	1,5	10

Technické údaje 5: Expanzní tlaková nádoba[13]

Průměr expanzního potrubí

$$D_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 48^{0,5} = 14,16 \text{ mm}$$

Navrhovaná expanzní nádoba má připojení 3/4", proto navrhuji průměr expanzního potrubí 22x1.

B.8.2. Návrh pojistného ventilu

Zabezpečuje soustavu proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku. Při překročení dovoleného přetlaku se pojistný ventil otevře a přebytečný tlak se i s částí vody vypustí tím se sníží tlak a ventil se opět uzavře. Vypuštěná voda se potom musí do soustavy doplnit.

Vstupní údaje

Výkon kotle = 24 kW

Přetlak $p_{ot} = 250 \text{ kPa}$

Konstanta $K = 1,12 \text{ kW/mm}^2$

Výtokový součinitel $\alpha_v = 0,147$

Součinitel zvětšení sedla $a = 2,67$

Průměr sedla pojistného ventilu

$$A_o = Q_p / (\alpha_v \cdot K) = 24 / (0,147 \cdot 1,12) = 145,77 \text{ mm}^2$$

Ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 \cdot (A_o / \pi)^{0,5} = 2 \cdot (145,77 / \pi)^{0,5} = 13,63 \text{ mm}$$

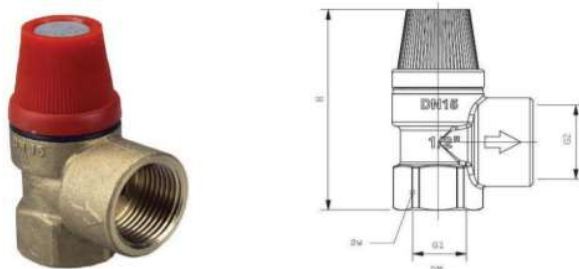
Průměr sedla skutečného pojítného ventilu

$$d_o = a \cdot d_i = 2,67 \cdot 13,63 = 36,38 \text{ mm}$$

Profil pojítného potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 24^{0,5} = 21,86 \text{ mm}$$

Navrhuji pojítný membránový ventil od firmy Herz do 75kW, DN 15.



Obrázek 30: Pojítný ventil Herz [14]

Objednací číslo	G1	G2	L	H	Sw	Hmot. (kg)
1 2614 01	1/2"	3/4"	32	72	27	0,12
1 2611 01	1/2"	3/4"	32	72	27	0,12
1 2612 01	1/2"	3/4"	32	72	27	0,12
1 2615 01	1/2"	3/4"	32	72	27	0,12
1 2613 01	1/2"	3/4"	32	72	27	0,12
1 4210 80	1/2"	3/4"	32	72	27	0,12
1 4211 00	1/2"	3/4"	32	72	27	0,12
Objednací číslo	DN	Otvírací přetlak PN (bar)	Tlak při plném otevření P _{max} (bar)	Nejmenší přítokový průřez S ₀ (mm ²)	Výtokový součinitel σ _w (-)	Min. vnitřní průměr pojistného potrubí (mm)
1 2614 01	15	1,8				
1 2611 01	15	2,5	2,75	143,14	0,147	13,5
1 2612 01	15	3	3,3	143,14	0,131	13,5
1 2615 01	15	4	6,6	143,14	0,219	13,5
1 2613 01	15	6				
1 4210 80	15	8				
1 4211 00	15	10				

Technické údaje 6: Technické údaje pojítného ventilu Herz [14]

B.8.3. Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

HVDT zařízení zajišťuje hydraulickou stabilitu.

Vstupní údaje

Průtok vody kotlovým oběhem= 2,43m³/h

Navrhuji hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků od firmy ETL-Ekotherm typ 63B



Obrázek 31: HVDT 63B [15]

TYP HVDT	MAX. PRŮTOK (m³/hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	L (mm)	S (mm)	d (mm)	e (mm)	f
24B	1,8	100	300	65	89	485	169	5/4"	-	-
63B	2,5	110	380	80	108	600	208	6/4"	-	-
1B	4,0	110	400	100	108	600	208	2"	-	-
I	4,0	100	400	100	108	1050	400	57	1"	5/4"
II	8,0	150	500	100	159	1200	400	76	1"	5/4"
III	12,0	200	700	200	219	1550	500	89	1"	5/4"
IV	20,0	200	700	200	219	1550	500	108	5/4"	5/4"
V	30,0	250	900	200	273	1800	560	133	6/4"	6/4"
VI	50,0	300	1000	200	324	1950	620	159	6/4"	6/4"
Vla	80,0	400	1300	250	424	2400	750	219	2"	6/4"
VII	100,0	450	1500	250	508	2650	800	219	2 1/2"	6/4"

Technické údaje 7: HVDT 63B [15]

B.8.4. Automatické doplňování vody

Automatické doplňovací zařízení, které při poklesu tlaku v topné soustavě kontrolovaně doplní, zpravidla ze soustavy pitné vody. Navrhuji zařízení Fillcontrol Plus Compact od firmy Reflex. Na rozdíl od jiných běžných plnicích armatur odpovídá Fillcontrol nové normě DIN EN 1717 a DIN 1988 a může trvale propojovat topnou nebo chladicí soustavu se soustavou pitné vody, ze které se doplňuje. Tím se stala pravidelná procházka ke kotli kvůli kontrole tlaku v soustavě a obavy, jestli je v expanzní nádobě dostatečná zásoba vody pro krytí drobných úbytků, minulostí.



Obrázek 32: Automatické doplňovací zařízení FillControl Plus Compact [16]

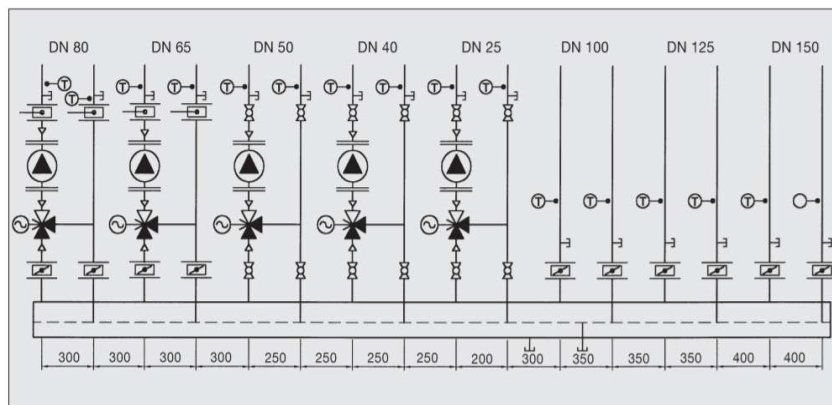
B.8.5. Rozdělovač a sběrač

Vstupní údaje

Průtok otopné vody: $2,43 \text{ m}^3/\text{h}$

Počet větví: 5

Doporučené minimální rozteče:



Obrázek 33: Doporučené rozteče Rozdělovače a sběrače [17]

Na základě počtu větví v otopném systému a doporučených roztečí mezi nimi volím trubkový kombinovaný rozdělovač a sběrač firmy **ETL RS Kombi Modul 120 L=2400mm**

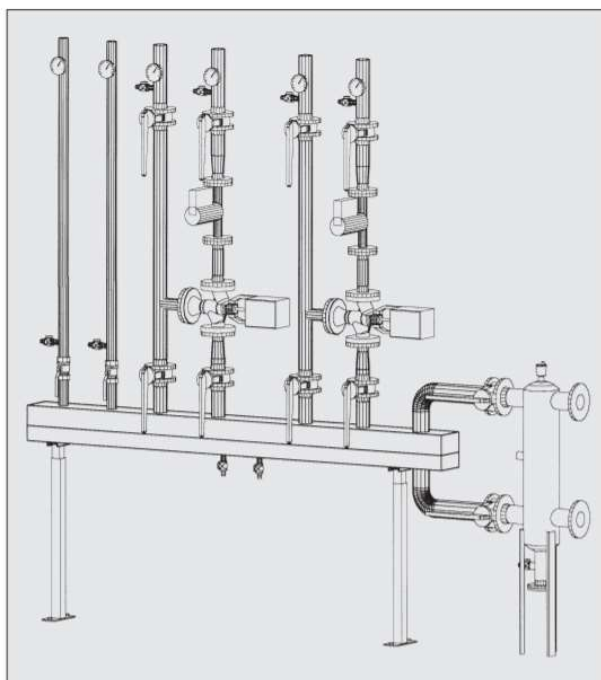
Těla všech RS KOMBI standardně PN 0,6MPa, teplota 110 °C. Maximální rychlost proudění vody v tělese je 1,0 m/s.

Navrhuji dva stavitelné stojany **SS 80/150**, l=420-670, hmotnost jednoho kusu 3,5kg.

Navrhuji tepelnou PUR izolaci M 120, m=0,4kg

Q _{max} = [m ³ /hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při Δt=20	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok. průřez komor S _p (m ²)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

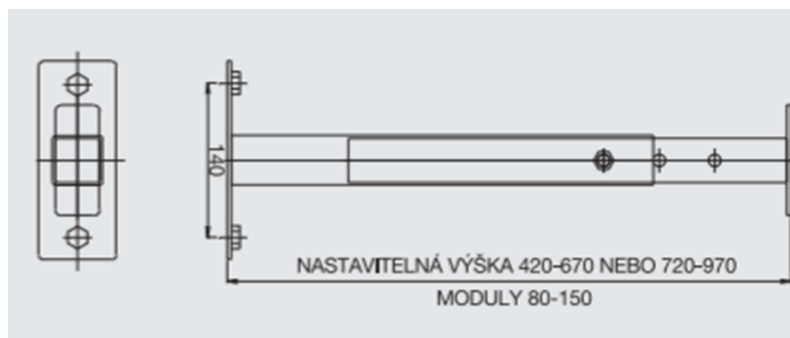
Technické údaje 8: Rozdělovač a sběrač RS KOMBI [17]



Obrázek 34: Rozdělovač a sběrač RS KOMBI [17]

název	typové označení	pro MODUL	stavitelná výška*	hmotnost (1 ks)
stavitelný stojan	SS 80/150,l=420-670	80 - 150	420 - 670	3,5
stavitelný stojan	SS 80/150,l=720-970	80 - 150	720 - 970	5
stavitelný stojan	SS 200/250,l=370-570	200 - 250	370 - 570	6
stavitelný stojan	SS 300/350,l=370-570	300 - 350	370 - 570	6,5
nástěnná konzola	NK 80/150	80 - 150	-	1,5

Technické údaje 9: Stavitelný stojan **SS 80/150** [17]



Obrázek 35: Stavitelný stojan SS 80/150 [17]

B.9. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí

B.9.1. Dimenzování větve V1

Teplotní rozdíl 15 K (60/45)												
Číslo úseku	Tepeľný výkon	Průtok	Délka úseku	Potrubí	Tlaková ztráta třením	Rychlost proudění	Tlaková ztráta třením	Součinitel místních odporů	Tlak. ztrát místními odpory	Tlak. ztráta regulační armatury	Celková tlak. ztráta	Dispoziční tlak
i	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	Měď	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\sum \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	$R.l + Z + \Delta p_{RV}$ (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzování hlavní trasy k OT 1.19-D v místnosti 1.19												
1	1936	110,98	6,24	15x1	75	0,239	468,00	11,52	328,03	2050 TRV (8)	2846,03	2846,03
2	3872	221,95	6,37	18x1	100	0,329	637,00	1,12	60,43	0	697,43	3543,46
3	5808	332,93	5,20	22x1	65	0,302	338,00	0,9	40,92	0	378,92	3922,38
4	7744	443,91	0,50	22x1	110	0,407	55,00	0,9	74,32	0	129,32	4051,70
5	8331	477,56	16,24	22x1	130	0,448	2111,20	1,8	180,09	0	2291,29	6342,99
6	9353	536,14	0,60	22x1	150	0,486	90,00	4,5	529,85	0	619,85	6962,84
7	10375	594,73	16,92	22x1	180	0,539	3045,60	8,7	1259,98	0	4305,58	11268,41
Celková tlaková ztráta=											11268,41	
Dimenzování úseku k OT 1.19-C v místnosti 1.19												
8	1936	110,98	1,04	15x1	75	0,239	78,00	9,92	282,47		360,47	360,47
Výpočet tlakového poměru 2846,03-360,47=										2485,56		
Nastavení ventilu=										7,5		
Dimenzování úseku k OT 1.19-B v místnosti 1.19												
9	1936	110,98	1,04	15x1	75	0,239	78,00	9,92	282,47		360,47	360,47
Výpočet tlakového poměru 3543,46-360,47=										3182,99		
Nastavení ventilu=										7		
Dimenzování úseku k OT 1.19-A v místnosti 1.19												
10	1936	110,98	1,04	15x1	75	0,239	78,00	9,92	282,47		360,47	360,47
Výpočet tlakového poměru 3922,38-360,47=										3561,91		
Nastavení ventilu=										6,5		
Dimenzování úseku k OT 1.18 v místnosti 1.18												
11	587	33,65	8,52	15x1	10	0,0732	85,20	12,52	33,44		118,64	118,64
Výpočet tlakového poměru 4051,70-118,64=										3933,06		
Nastavení ventilu=										1,5		
Dimenzování úseku k OT 1.12-B v místnosti 1.12												
12	1022	58,58	1,06	15x1	26	0,129	27,56	9,92	82,29		109,85	109,85
Výpočet tlakového poměru 6342,99-109,85=										6233,14		
Nastavení ventilu=										2,5		
Dimenzování úseku k OT 1.12-A v místnosti 1.12												
13	1022	58,58	5,60	15x1	26	0,129	145,60	9,92	82,29		227,89	227,89
Výpočet tlakového poměru 6962,84-227,89=										6734,95		
Nastavení ventilu=										2		

Tabulka 21: Dimenzování větve V1

B.9.2. Dimenzování větve V2

Teplotní rozdíl 15 K (60/45)												
Číslo úseku	Tepelný výkon	Průtok	Délka úseku	Potrubí	Tlaková ztráta třením	Rychlost proudění	Tlaková ztráta třením	Součinitel místních odporů	Tlak. ztrát místními odpory	Tlak. ztráta regulační armatury	Celková tlak. Ztráta	Dispoziční tlak
i	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	Měď	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzování hlavní trasy k OT 1.14 v místnosti 1.14												
1	6602	378,45	12,60	18x1	240	0,542	3024,00	8,92	1306,26	19250 TRV (8)	23580,26	23580,26
2	6895	395,24	34,40	22x1	90	0,363	3096,00	15,02	986,62	0	4082,62	27662,87
Celková tlaková ztráta=											27662,87	
Dimenzování úseku k OT 1.16 v místnosti 1.16												
3	293	16,80	1,06	15x1	3	0,0342	3,18	8,92	5,20		8,38	8,38
Výpočet tlakového poměru 23580,26-8,38=										23571,88		
Nastavení ventilu=										0,5		
Dimenzování vedlejší trasy k OT 1.20 v místnosti 1.20												
4	2826	161,99	16,60	15x1	150	0,357	2490,00	11,3	717,93		3207,93	3207,93
5	3335	191,17	31,60	18x1	75	0,278	2370,00	3,5	134,84		2504,84	5712,77
Výpočet tlakového poměru 23580,26-5712,77=										17867,49		
Nastavení ventilu=										4		
Dimenzování úseku k OT 1.21 v místnosti 1.21												
6	509	29,18	1,60	15x1	5,5	0,0627	8,80	8,92	17,48		26,28	26,28
5	3335	191,17	31,60	18x1	75	0,278	2370,00	3,5	134,84		2504,84	2531,12
Výpočet tlakového poměru 23580,26-2531,12=										21049,13		
Nastavení ventilu=										0,5		

Tabulka 22: Dimenzování větve V2

B.9.3. Dimenzování větve V3

Teplotní rozdíl 15 K (60/45)												
Číslo úseku	Tepelný výkon	Průtok	Délka úseku	Potrubí	Tlaková ztráta třením	Rychlost proudění	Tlaková ztráta třením	Součinitel místních odporů	Tlak. ztrát místními odpory	Tlak. ztráta regulační armatury	Celková tlak. Ztráta	Dispoziční tlak
i	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	Měď	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzování hlavní trasy k OT 2.04-A v místnosti 2.04												
1	996	57,09	4,96	15x1	24	0,123	119,04	11,3	85,22	575 TRV (8)	779,26	779,26
2	1992	114,19	4,55	15x1	75	0,239	341,25	1,12	31,89	0	373,14	1152,40
3	2846	163,14	3,90	18x1	50	0,22	195,00	0,9	21,71	0	216,71	1369,12
4	3700	212,10	5,20	18x1	80	0,289	416,00	1,12	46,63	0	462,63	1831,75
5	4554	261,05	3,90	22x1	40	0,228	156,00	0,9	23,32	0	179,32	2011,07
6	5408	310,00	3,50	22x1	55	0,274	192,50	8,92	333,83	0	526,33	2537,41
Celková tlaková ztráta=											2537,41	
Dimenzování úseku k OT 2.04-B v místnosti 2.04												
7	996	57,09	1,06	15x1	24	0,123	25,44	9,7	73,16		98,60	98,60
Výpočet tlakového poměru 779,26-98,60=										680,67		
Nastavení ventilu=										7,5		
Dimenzování úseku k OT 2.03-A v místnosti 2.03												
8	854	48,95	1,06	15x1	18	0,104	19,08	9,92	53,49		72,57	72,57
Výpočet tlakového poměru 1152,40-72,57=										1079,84		
Nastavení ventilu=										5		
Dimenzování úseku k OT 2.03-B v místnosti 2.03												
9	854	48,95	1,06	15x1	18	0,104	19,08	9,92	53,49		72,57	72,57
Výpočet tlakového poměru 1369,12-72,57=										1296,55		
Nastavení ventilu=										4,5		
Dimenzování úseku k OT 2.02-A v místnosti 2.02												
10	854	48,95	1,06	15x1	18	0,104	19,08	9,92	53,49		72,57	72,57
Výpočet tlakového poměru 1831,75-72,57=										1759,18		
Nastavení ventilu=										3,5		
Dimenzování úseku k OT 2.02-B v místnosti 2.02												
11	854	48,95	1,06	15x1	18	0,104	19,08	9,92	53,49		72,57	72,57
Výpočet tlakového poměru 2011,07-72,57=										1938,51		
Nastavení ventilu=										3,5		

Tabulka 23: Dimenzování větve V3 (1)

Dimenzování hlavní trasy k OT 1.03A v místnosti 1.03												
12	783	44,88	4,96	15x1	16	0,0967	79,36	11,3	52,67	350 TRV (8)	482,03	482,03
13	1566	89,77	4,85	15x1	50	0,189	242,50	1,12	19,94	0	262,44	744,48
14	2349	134,65	3,90	18x1	36	0,182	140,40	0,9	14,86	0	155,26	899,74
15	3132	179,54	4,85	18x1	65	0,256	315,25	0,9	29,40	0	344,65	1244,39
16	3915	224,42	3,90	18x1	90	0,309	351,00	1,12	53,31	0	404,31	1648,70
17	4698	269,30	1,30	22x1	45	0,244	58,50	1,12	33,24	0	91,74	1740,44
Celková tlaková ztráta=											1740,44	
Dimenzování úseku k OT 1.03-B v místnosti 1.03												
18	783	44,88	1,00	15x1	16	0,0967	16,00	9,7	45,22		61,22	61,22
Výpočet tlakového poměru 482,03-61,22=										420,82		
Nastavení ventilu=										7,5		
Dimenzování úseku k OT 1.03-C v místnosti 1.03												
19	783	44,88	1,00	15x1	16	0,0967	16,00	9,92	46,24		62,24	62,24
Výpočet tlakového poměru 744,48-62,24=										682,24		
Nastavení ventilu=										6		
Dimenzování úseku k OT 1.03-D v místnosti 1.03												
20	783	44,88	1,00	15x1	16	0,0967	16,00	9,92	46,24		62,24	62,24
Výpočet tlakového poměru 899,74-62,24=										837,50		
Nastavení ventilu=										5		
Dimenzování úseku k OT 1.03-E v místnosti 1.03												
21	783	44,88	1,00	15x1	16	0,0967	16,00	9,92	46,24		62,24	62,24
Výpočet tlakového poměru 1244,39-62,24=										1182,15		
Nastavení ventilu=										4,5		
Dimenzování úseku k OT 1.03-F v místnosti 1.03												
22	783	44,88	1,00	15x1	16	0,0967	16,00	9,92	46,24		62,24	62,24
Výpočet tlakového poměru 1648,70-62,24=										1586,46		
Nastavení ventilu=										3,5		
Dimenzování větve V3												
1	5408	310,00	0,80	22x1	55	0,274	44,00	6,1	228,29	7200	7472,29	7472,29
2	10106	579,31	33,31	28x1,5	60	0,338	1998,60	16,5	939,69	3032,41	5970,69	13442,99
Celková tlaková ztráta=											13442,99	
Dimenzování úseku větve V3 (1.03)												
3	4698	269,30	0,60	22x1	45	0,244	27,00	5,5	163,23		190,23	190,23
Výpočet tlakového poměru 7472,29-190,23=										7282,06		
Nastavení ventilu=										1,8		

Tabulka 24: Dimenzování větve V3 (2)

B.9.4. Dimenzování větve V4

Teplotní rozdíl 15 K (60/45)												
Číslo úseku	Teplotní výkon	Průtok	Délka úseku	Potrubí	Tlaková ztráta třením	Rychlost proudění	Tlaková ztráta třením	Součinitel místních odporů	Tlak. ztrát místními odpory	Tlak. ztráta regulační armatury	Celková tlak. ztráta	Dispoziční tlak
i	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	Měď	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\sum \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{ois} (Pa)
Dimenzování hlavní trasy k OT 2.01-A v místnosti 2.01												
1	4477	256,64	14,70	18x1	120	0,365	1764,00	8,92	592,40	10500 (TRV 8)	12856,40	12856,40
2	6626	379,82	13,40	22x1	80	0,34	1072,00	3,72	214,37	0	1286,37	14142,77
Celková tlaková ztráta=											14142,77	
Dimenzování úseku k OT 2.05-A v místnosti 2.05												
3	2149	123,19	1,45	18x1	33	0,173	47,85	9,92	148,00		195,85	195,85
Výpočet tlakového poměru 12856,40-195,85=										12660,55		
Nastavení ventilu=										4		
Dimenzování vedlejší trasy k OT 2.04-C v místnosti 2.04												
4	1436	82,32	22,87	15x1	45	0,178	1029,15	14,12	223,02	1200 (TRV 8)	2452,17	2452,17
5	2151	123,30	10,21	18x1	33	0,173	336,93	1,12	16,71		353,64	2805,81
6	5245	300,66	3,95	22x1	55	0,274	217,25	1,12	41,92		259,17	3064,97
Celková tlaková ztráta=											3064,97	
Dimenzování úseku k OT 2.05-B v místnosti 2.05												
7	715	40,99	0,25	15x1	13	0,0855	3,25	9,92	36,15		39,40	39,40
Výpočet tlakového poměru 2452,17-39,40=										2412,77		
Nastavení ventilu=										2,5		
Dimenzování úseku k OT 2.05-A v místnosti 2.05												
8	3094	177,36	0,25	15x1	160	0,37	40,00	9,92	676,99		716,99	716,99
Výpočet tlakového poměru 2805,91-716,99=										2088,82		
Nastavení ventilu=										8		

Tabulka 25: Dimenzování větve V4 (1)

Dimenzování hlavní trasy k OT 1.01-A v místnosti 1.01												
9	854	48,95	3,97	15x1	18	0,104	71,46	11,3	60,93	380 (TRV 8)	512,39	512,39
10	1708	97,91	11,78	15x1	60	0,21	706,80	7,32	160,92		867,72	1380,11
11	2277	130,52	8,40	18x1	36	0,182	302,40	12,3	203,10		505,50	1885,61
12	2610	149,61	6,50	18x1	45	0,207	292,50	4,72	100,82		393,32	2278,93
13	2943	168,70	5,37	22x1	20	0,153	107,40	4,72	55,08		162,48	2441,41
Celková tlaková ztráta=											2441,41	
Dimenzování úseku k OT 1.01-B v místnosti 1.01												
14	854	48,95	0,68	15x1	18	0,104	12,24	9,92	53,49		65,73	65,73
Výpočet tlakového poměru 512,39-65,73=											446,66	
Nastavení ventilu=											7	
Dimenzování úseku k OT 1.06 v místnosti 1.06												
15	569	32,62	0,87	15x1	6	0,0684	5,22	9,92	23,14		28,36	28,36
Výpočet tlakového poměru 1380,11-28,36=											1351,75	
Nastavení ventilu=											2,5	
Dimenzování úseku k OT 1.07-B v místnosti 1.07												
16	333	19,09	2,72	15x1	3,6	0,0411	9,79	9,92	8,35		18,15	18,15
Výpočet tlakového poměru 1885,61-18,15=											1867,46	
Nastavení ventilu=											3	
Dimenzování úseku k OT 1.07-A v místnosti 1.07												
17	333	19,09	0,77	15x1	3,6	0,0411	2,79	9,92	8,35		11,14	11,14
Výpočet tlakového poměru 2278,93-11,14=											2267,79	
Nastavení ventilu=											2,5	
Dimenzování úseku k OT 1.10-A v místnosti 1.10												
18	235	13,47	1,58	15x1	2,6	0,0297	4,11	12,52	5,51	110 (TRV 6)	119,61	119,61
Celková tlaková ztráta=											119,61	
Dimenzování větve V4												
1	11871	680,48	0,60	28x1,5	80	0,398	48,00	6,1	481,68	6800	7329,68	7329,68
2	14814	849,18	6,97	35x1,5	36	0,301	250,99	3,62	163,50		414,49	7744,17
3	15049	862,65	10,60	35x1,5	40	0,32	424,00	11,2	571,72	17212,74	18208,46	25952,63
Celková tlaková ztráta=											25952,63	
Dimenzování úseku větve V4 (1.08)												
4	2943	168,70	0,70	22x1	20	0,153	14,00	5,5	64,18		78,18	78,18
Výpočet tlakového poměru 7329,68-78,18=											7251,50	
Nastavení ventilu=											1,6	
Dimenzování úseku větve V4 (1.10)												
5	235	13,47	0,50	15x1	2,6	0,0297	1,30	8,1	3,56		4,86	4,86
Výpočet tlakového poměru 7744,17-4,86=											7739,31	
Nastavení ventilu=											0,5	

Tabulka 26: Dimenzování větve V4 (2)

B.9.5. Dimenzování kotlového okruhu

Teplotní rozdíl 10 K (70/60)												
Číslo úseku	Tepelný výkon	Průtok	Délka úseku	Potrubí	Tlaková ztráta třením	Rychlost proudění	Tlaková ztráta třením	Součinitel místních odporů	Tlak. ztrát místními odpory	Tlak. ztráta regulační armatury	Celková tlak. ztráta	Dispoziční tlak
i	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	Měď	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{ois} (Pa)
Dimenzování potrubních rozvodů kotel-HVDT												
1	24000	1375,75	1,70	35x1,5	80	0,473	136,00	17,32	1931,68		2067,68	2067,68
2	48000	2751,50	3,45	42x1,5	110	0,649	379,50	24,5	5144,23		5523,73	7591,41
Celková tlaková ztráta=											7591,41	
Dimenzování potrubních rozvodů HVDT-R+S												
3	48000	2751,50	0,90	42x1,5	110	0,649	99,00	12,5	2624,61		2723,61	2723,61
Celková tlaková ztráta=											2723,61	

Tabulka 27: Dimenzování kotlového okruhu

B.9.6. Dimenzování okruhu pro ohřev TV

Teplotní rozdíl 10 K (70/60)												
Číslo úseku	Tepelný výkon	Průtok	Délka úseku	Potrubí	Tlaková ztráta třením	Rychlost proudění	Tlaková ztráta třením	Součinitel místních odporů	Tlak. ztrát místními odpory	Tlak. ztráta regulační armatury	Celková tlak. Ztráta	Dispoziční tlak
i	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	Měď	R (Pa/m)	v (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi (-)$	Z (Pa)	Δp_{RV} (Pa)	R.l+Z+ Δp_{RV} (Pa)	Δp_{dis} (Pa)
Dimenzování potrubních rozvodů Zásobník-R+S												
1	9270	531,38	0,90	35x1,5	16	0,19	14,40	18,6	334,72		349,12	349,12
Celková tlaková ztráta=												349,12

Tabulka 28: Dimenzování okruhu pro ohřev TV

B.10. Návrh oběhových čerpadel

Návrh oběhových čerpadel je proveden v on-line softwaru Grundfos Product Center.

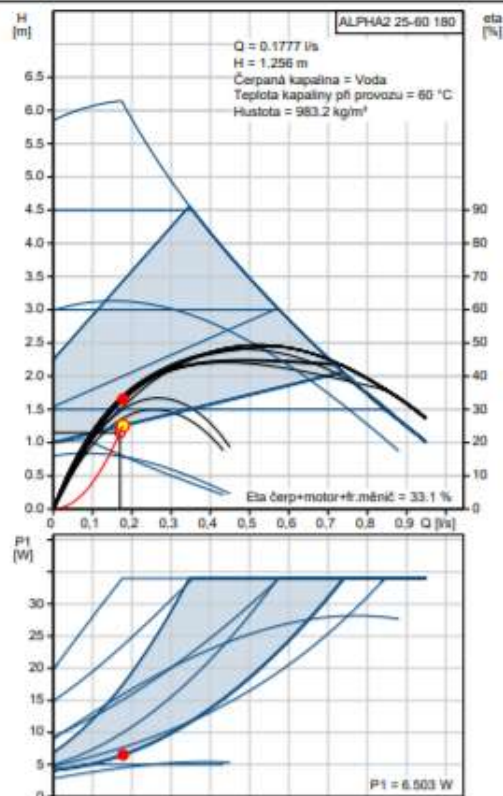
B.10.1. Návrh oběhového čerpadla č.1- Větev 1



Název společnosti:
Vypracováno:
Telefon:

Datum: 05.06.2020

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku:	ALPHA2 25-60 180
Objednací číslo:	99411175
EAN kód:	5713828675248
Cena:	328,00 EUR
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	0.1777 l/s
Výsledná dopravní výška čerpadla:	1.256 m
Max. dopravní výška:	60 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	VDE,CE,EAC
Model:	E
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN-GJL-150
	ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Maximální provozní tlak:	10 bar
Potravní přípojka:	G 1 1/2
PN pro potravní přípojku:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlakovým hrdlem:	180 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Voda
Rozsah teploty kapaliny:	2 .. 110 °C
Vybraná teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m³
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	3 .. 34 W
Frekvence el. sítě:	50 / 60 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.04 .. 0.32 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC
Řídící jednotky:	
Automat. noční reduk. provoz:	Včetně automat. nočního reduk. provozu
Poloha svorkovnice:	6H
Jiné:	
Energet. účinnost (EEI):	0.17
Čistá hmotnost:	1.98 kg
Hrubá hmotnost:	2.15 kg
Přepravní objem:	0.004 m³
Danish VVS No.:	380473260
Swedish RSK No.:	5758780
Finské číslo LVI:	4615340
Norské číslo NRF:	9043152
Země původu:	DK
Tarif:	84137030



Technické údaje 10: Oběhové čerpadlo č.1- Větev 1 [21]

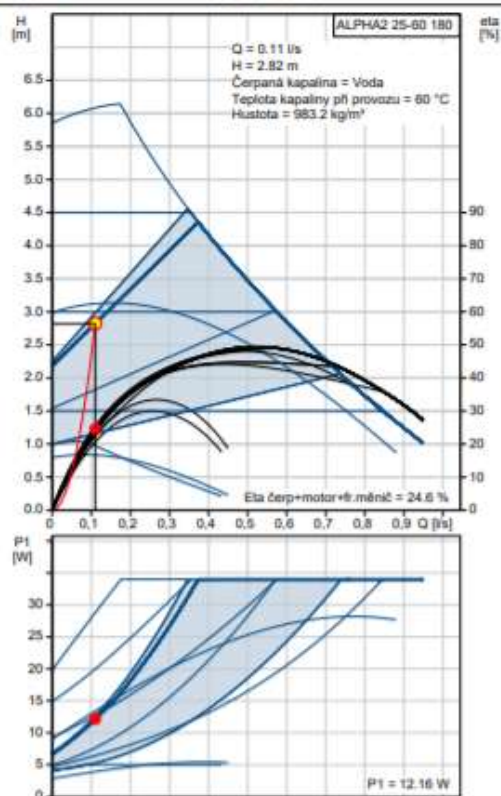
B.10.2.Návrh oběhového čerpadla č.2- Větev 2



Název společnosti:
Vypracováno:
Telefon:

Datum: 05.06.2020

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku:	ALPHA2 25-60 180
Objednací číslo:	99411175
EAN kód::	5713828675248
	5713828675248
Cena:	328,00 EUR
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	0.11 l/s
Výsledná dopravní výška čerpadla:	2.82 m
Max. dopravní výška:	60 dm
Teplotní třída TF:	110
Schvál. značky na typovém štítku:	VDE,CE,EAC
Model:	E
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN-GJL-150
	ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Maximální provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2
PN pro potrubní přípojku:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Voda
Rozsah teploty kapaliny:	2 .. 110 °C
Vybraná teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m³
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	3 .. 34 W
Frekvence el. sítě:	50 / 60 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.04 .. 0.32 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC
Řídící jednotky:	
Automat. noční reduk. provoz:	Včetně automat. nočního reduk. provozu
Poloha svorkovnice:	6H
Jiné:	
Energet. účinnost (EEI):	0.17
Čistá hmotnost:	1.98 kg
Hrubá hmotnost:	2.15 kg
Přepravní objem:	0.004 m³
Danish VVS No.:	380473260
Swedish RSK No.:	5758780
Finské číslo LVI:	4615340
Norské číslo NRF:	9043152
Země původu:	DK
Tarif:	84137030



Technické údaje 11: Oběhové čerpadlo č.2- Větev 2 [21]

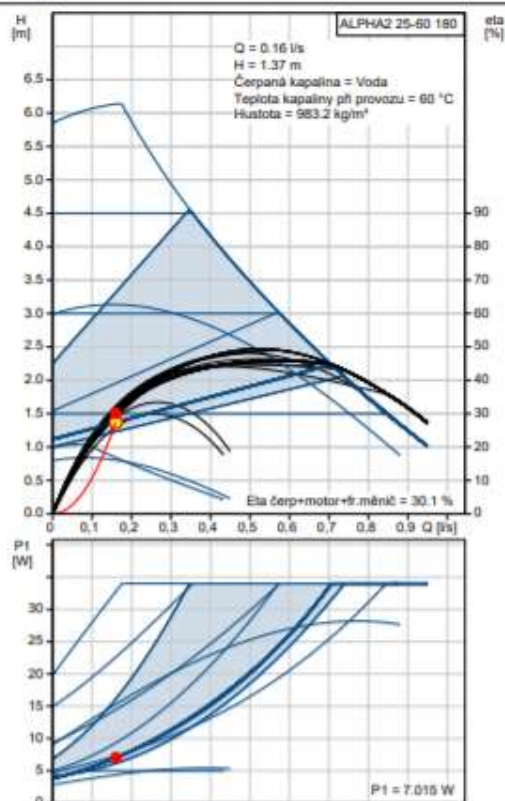
B.10.3.Návrh oběhového čerpadla č.3- Větev 3



Název společnosti:
Vypracováno:
Telefon:

Datum: 05.06.2020

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku:	ALPHA2 25-60 180
Objednací číslo:	99411175
EAN kód::	5713828675248
	5713828675248
Cena:	328,00 EUR
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	0.16 l/s
Výsledná dopravní výška čerpadla:	1.37 m
Max. dopravní výška:	60 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	VDE,CE,EAC
Model:	E
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN-GJL-150
	ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Maximální provozní tlak:	10 bar
Potrubií přípojka:	G 1 1/2
PN pro potrubií přípojku:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlakovým hrdlem:	180 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Voda
Rozsah teploty kapaliny:	2 .. 110 °C
Vybraná teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m³
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	3 .. 34 W
Frekvence el. sítě:	50 / 60 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.04 .. 0.32 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC
Řídící jednotky:	
Automat. noční reduk. provoz:	Včetně automat. nočního reduk. provozu
Poloha svorkovnice:	6H
Jiné:	
Energet. účinnost (EEI):	0.17
Čistá hmotnost:	1.98 kg
Hrubá hmotnost:	2.15 kg
Přepavní objem:	0.004 m³
Danish VVS No.:	380473260
Swedish RSK No.:	5758780
Finské číslo LVI:	4615340
Norské číslo NRF:	9043152
Země původu:	DK
Tarif:	84137030



Technické údaje 12: Oběhové čerpadlo č.3- Větev 3 [21]

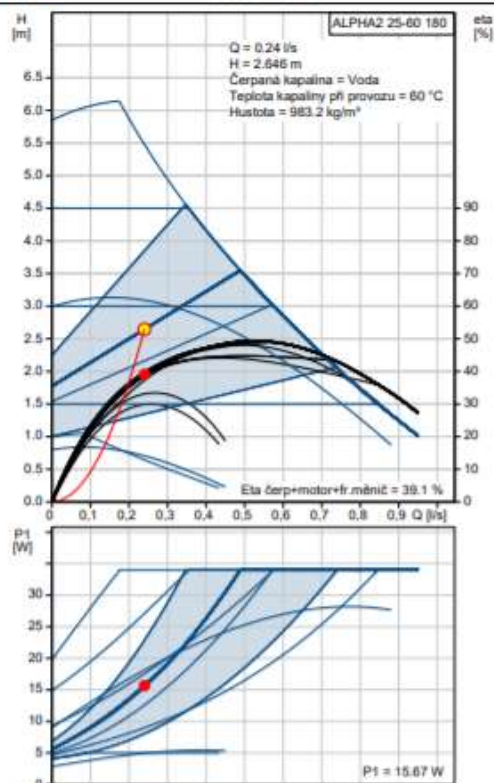
B.10.4. Návrh oběhového čerpadla č.4- Větev V4



Název společnosti:
Vyráběno:
Telefon:

Datum: 05.06.2020

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku:	ALPHA2 25-60 180
Objednávací číslo:	99411175
EAN kód:	5713828675248
	5713828675248
Cena:	328,00 EUR
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	0,24 l/s
Výsledná dopravní výška čerpadla:	2,646 m
Max. dopravní výška:	60 dm
Teplotní třída TF:	110
Schvál. značky na typovém štítku:	VDE,CE,EAC
Model:	E
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN-GJL-150
	ASTM A48-150B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Maximální provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2
PN pro potrubní přípojku:	PN 10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Voda
Rozsah teploty kapaliny:	2 .. 110 °C
Vybraná teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m³
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	3 .. 34 W
Frekvence el. sítě:	50 / 60 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0,04 .. 0,32 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Motorová ochrana:	Žádný
Teplotní ochrana:	ELEC
Řídící jednotky:	
Automat. noční reduk. provoz:	Včetně automat. nočního reduk. provozu
Poloha svorkovnice:	6H
Jiné:	
Energet. účinnost (EEI):	0.17
Čistá hmotnost:	1.98 kg
Hrubá hmotnost:	2.15 kg
Přepravní objem:	0.004 m³
Danish VVS No.:	380473260
Swedish RSK No.:	5758780
Finské číslo LVI:	4615340
Norské číslo NRF:	9043152
Země původu:	DK
Tarif:	84137030



Technické údaje 13: Návrh oběhového čerpadla š.4- Větev 4 [21]

B.11. Kompenzace délkových změn potrubí

Vlivem rozdílných teplot otopné vody a okolního prostředí dochází k teplotní roztažnosti potrubí (dilataci potrubí). U krátkých úseků se tento jev nemusí řešit, protože je přenesen správnými roztečemi úchytení potrubí, tvarovkami, kolenami. U delších úseků musíme tyto dilatace řešit kompenzací.

Návrh kompenzace potrubí

Rozdíl provozní a montážní teploty [K]

$$\Delta t = t_{p,max} - t_m = 60 - 15 = 45 \text{ K}$$

kde

$t_{p,max}$ – Nejvyšší provozní teplota kapaliny [°C]

t_m – Teplota okolí v době montáže [°C]

Velikost prodloužení potrubí

$$\Delta l = \alpha \cdot \Delta t \cdot l$$

kde

α - Součinitel teplotní roztažnosti materiálu (měď- 0,017mm/mK)

l – Délka posuzovaného úseku [m]

1.NP

$$\Delta l = 0,017 \cdot 45 \cdot 20,8 = 15,91 \text{ mm}$$

2.NP

$$\Delta l = 0,017 \cdot 45 \cdot 18,4 = 14,08 \text{ mm}$$

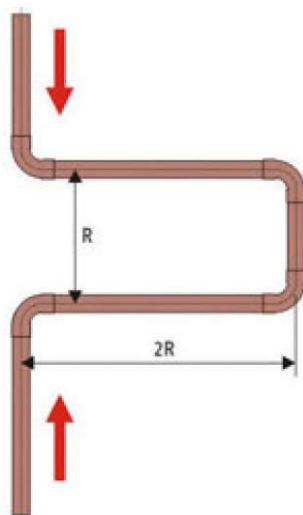
Stoupačky

$$\Delta l = 0,017 \cdot 45 \cdot 4,5 = 3,44 \text{ mm}$$

Návrh „U“ kompenzátoru

Vnější průměr trubky d_a v mm	Prodloužení trubky Δl (mm)							
	12	25	38	50	75	100	125	150
	Charakteristický rozměr kompenzátoru R v mm							
12	195	281	347	398	488	562	627	691
15	218	315	387	445	548	649	709	772
18	240	350	430	495	600	700	785	850
22	263	382	468	540	660	764	850	930
28	299	431	522	609	746	869	960	1056
35	333	479	593	681	832	960	1072	1185
42	366	528	647	744	912	1055	1178	1287
54	414	599	736	845	1037	1194	1333	1463
64	450	650	801	919	1126	1300	1453	1592
76,1	491	709	874	1002	1228	1418	1585	1736
88,9	531	766	944	1083	1327	1532	1713	1877
108	585	844	1041	1194	1463	1689	1888	2068
133	649	937	1155	1325	1623	1874	2095	2295
159	710	1025	1263	1449	1775	2049	2291	2510
219	833	1202	1482	1700	2083	2405	2689	2945
267	920	1328	1637	1878	2300	2655	2969	3252

Tabulka 29: Charakteristický rozměr kompenzátoru „U“ [22]



Obrázek 36: Kompenzátor „U“ [22]

Do větve V1 navrhuji „U“ kompenzátor $R=382\text{mm}$.

Do větve V2 navrhuji „U“ kompenzátor $R=350\text{mm}$.

Do větve V3 navrhuji dva „U“ kompenzátory $R=315\text{mm}$

Do větve V4 navrhuji „U“ kompenzátor $R=315\text{mm}$ a „U“ kompenzátor $R=350\text{mm}$

B.11.1. Návrh izolace potrubí

Tepelná izolace je navržena, aby byla v souladu s vyhláškou č. 193/2007. Pro potrubí vedené ve stěně nebo podlaze se může tloušťka izolace zmenšit o polovinu. Zaizolovány jsou všechny rozvody- kotlový okruh, připojovací potrubí k ohřivači, rozvody k otopným tělesům.

B.11.1.1 Izolace měděného potrubí 15x1

Tepelná izolace potrubí 15x1 bude provedena z odlehčeného pěnového polyetyleny (Mirelon) tl.13mm.

$$U_o=0,2\text{W/mK}$$

$$U_{o-193/2007}=0,15\text{ W/mK}\rightarrow\text{Vyhovuje}$$

B.11.1.2 Izolace měděného potrubí 18x1

Izolace - [podrobné technické informace](#)

ROCKWOOL > PIP0/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka s_{iz} = 40 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.037 W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 18x1

Průměr d = 18 mm

Tloušťka stěny s_t = 1 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 98 \text{ mm}$

Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Potrubí

Teplota média t_{in} = 80 °C

Teplota v okolí potrubí t_{out} = 22 °C

Relativní vlhkost vzduchu rh = 75 % ???

Teplota rosného bodu t_w = 17.7 °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu α_e = 10 W / m² K

Délka potrubí l = 1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

Povrchová teplota izolovaného potrubí

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

Tepelná ztráta potrubí s izolací

Energetická úspora izolovaného potrubí

DN 10 - DN 15 => $U_{0,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$

$U_0 = 0.133 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$ **VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007**

$t_{p,iz} = 23.6 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

$q_p = 21.5 \text{ W/m}$

$q_{iz} = 5 \text{ W/m}$

77 %

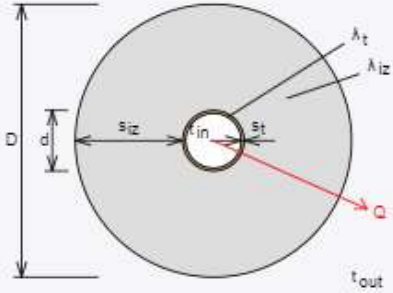
Střední spotřeba izolace 0.1822 m² - platí pro plošnou izolaci

Tabulka 30: Tepelná izolace 18x1 [19]

B.11.1.3 Izolace měděného potrubí 22x1

Izolace - podrobné technické informace	
ROCKWOOL > PIP0/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 40	
Tloušťka	$s_{iz} = 40$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K

Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 22x1	
Průměr	$d = 22$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K



$D = d + 2 s_{iz} = 102$ mm

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 80$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 22$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$rh = 75$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 17.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.146 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 23.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 26.3$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5.6$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	79 %
Střední spotřeba izolace	0.1948 m ² - platí pro plošnou izolaci

Tabulka 31: Tepelná izolace 22x1 [19]

B.11.1.4 Izolace měděného potrubí 28x1,5

Izolace - [podrobné technické informace](#)

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka s_{iz} = 40 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.037 W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 28x1.5

Průměr d = 28 mm

Tloušťka stěny s_t = 1.5 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 108 \text{ mm}$

Potrubí

Teplota média	t_{in} =	60 °C
Teplota v okolí potrubí	t_{out} =	22 °C
Relativní vlhkost vzduchu	ϕ =	75 % ???
Teplota rosného bodu	t_w =	17,7 °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu	α_e =	10 W / m ² K
--------------------	--------------	-------------------------

Délka potrubí l = 1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18 \text{ W / m K}$

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí $U_o = 0.166 \leq 0.18 \text{ W / m K} \Rightarrow$ **VYHOVUJE** požadavkům vyhlášky č. 193/2007

Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 23.9 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace $q_p = 33.4 \text{ W/m}$

Tepelná ztráta potrubí s izolací $q_{iz} = 6.3 \text{ W/m}$

Energetická úspora izolovaného potrubí 81 %

Střední spotřeba izolace 0.2136 m^2 - platí pro plošnou izolaci



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Tabulka 32: Tepelná izolace 28x1,5 [19]

B.11.1.5 Izolace měděného potrubí 35x1,5

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOOL > PIPÓ/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka $s_{iz} = 40$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K

Trubka


Měď

Rozměry trubky - 35x1.5

Průměr $d = 35$ mm

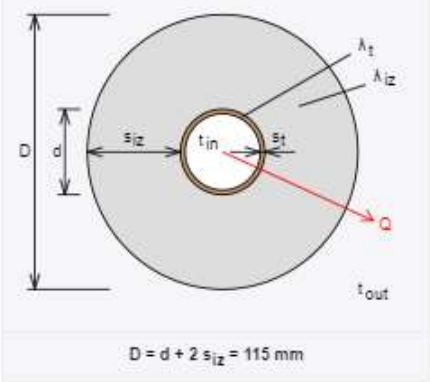
Tloušťka stěny $s_t = 1.5$ mm

Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C



$D = d + 2 s_{iz} = 115$ mm

Potrubí		
Teplota média	$t_{in} =$	80 °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	22 °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi =$	75 % ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	17.7 °C
Součinitel přestupu tepla		
na vnějším povrchu	$\alpha_e =$	10 W / m ² K
Délka potrubí		
	$l =$	1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007) DN 40 - DN 65 => $U_{o,193/2007} = 0.27$ W / m K

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí $U_o = 0.187 \leq 0.27$ W / m K => **VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007**

Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 24$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace $q_p = 41.8$ W/m

Tepelná ztráta potrubí s izolací $q_{iz} = 7.1$ W/m

Energetická úspora izolovaného potrubí 83 %

Sřední spotřeba izolace 0.2356 m² - platí pro plošnou izolaci

Tabulka 33: Tepelná izolace 35x1,5 [19]

B.11.1.6 Izolace měděného potrubí 42x1,5

Izolace - [podrobné technické informace](#)

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka s_{iz} = 40 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.037 W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 42x1.5

Průměr d = 42 mm

Tloušťka stěny s_t = 1.5 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 122 \text{ mm}$

Potrubí

Teplota média t_{in} = 60 °C

Teplota v okolí potrubí t_{out} = 22 °C

Relativní vlhkost vzduchu ϕ = 75 % ???

Teplota rosného bodu t_w = 17.7 °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu α_e = 10 W / m² K

Délka potrubí l = 1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

Povrchová teplota izolovaného potrubí

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

Tepelná ztráta potrubí s izolací

Energetická úspora izolovaného potrubí

DN 40 - DN 65 => $U_{o,193/2007} = 0.27 \text{ W / m K}$

$U_o = 0.209 \leq 0.27 \text{ W / m K} \Rightarrow$ **VYHOVUJE** požadavkům vyhlášky č. 193/2007

$t_{p,iz} = 24.1 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

$q_p = 50.1 \text{ W/m}$

$q_{iz} = 7.9 \text{ W/m}$

84 %

Střední spotřeba izolace

0.2576 m² - platí pro plošnou izolaci

Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Tabulka 34: Tepelná izolace 42x1,5 [19]

B.12. Návrh větrání technické místnosti

B.12.1. Tepelná bilance technické místnosti v zimě

Vstupní údaje

Výpočtová venkovní teplota = -12°C

Tepelná ztráta tech. místnosti = 38W

Tepelná produkce kotlů $Q_z = 48000\text{W}$

Výhřevnost zemního plynu $H = 35\text{MJ/m}^3$

Přebytek vzduchu $\lambda = 1,3$

Objem technické místnosti = $35,4\text{m}^3$

Návrh

Tep. produkce kotlů a rozvodů do okolí se rovná cca 1% výkonu kotlů.

$$Q_{z,z} = p \cdot Q_z = 0,01 \cdot 48000 = 480\text{W}$$

Měrná tepelná ztráta prostupem kotelný pro teplotu 22°C

$$H_T = Q / \Delta t = 38 / ((22 - (-12)) = 1,12\text{W/K}$$

Průtoky vzduchu

$$V_{\min} = 0,260 \cdot H - 0,25 = 0,260 \cdot 35 - 0,25 = 8,85\text{m}^3/\text{m}^3$$

$$V_{\text{sk}} = \lambda \cdot V_{\min} = 1,3 \cdot 8,85 = 11,51\text{m}^3/\text{m}^3$$

Potřeba paliva v zimním období

$$P_z = \sum Q_z / (\eta \cdot H) = 48000 / (0,94 \cdot 35 \cdot 10^6) = 0,0015\text{m}^3/\text{s}$$

Průtok spalovacího vzduchu

$$V_{\text{sp,z}} = V_{\text{sk}} \cdot P_z = 11,51 \cdot 0,0015\text{m}^3/\text{s} = 60,43\text{m}^3/\text{h}$$

Průtok vzduchu pro větrání stanovený z minimální 0,5-násobné výměny vzduchu

$$V_{\text{sp,z}} = n \cdot O = 0,5 \cdot 35,4 / 3600 = 0,0049\text{m}^3/\text{s} = 17,70\text{m}^3/\text{h}$$

Průtok vzduchu pro spalování převyšuje průtok spalovacího vzduchu. Proto budeme dále uvažovat s hodnotou vzduchu pro spalování:

$$n_z = V/O = 60,43/35,4 = 1,71/\text{h}$$

Měrná tepelná ztráta tech. místnosti větráním pro průtok vzduchu pro spalování

$$H_v = V \cdot \rho_c = 0,0168 \cdot 1300 = 21,82 \text{ W/K}$$

Teplota vzduchu v kotelně

$$t_{i,z} = t_e + (Q_{z,z} / (H_T + H_v)) = -12 + (480 / (21,82 + 1,12)) = 8,925^\circ\text{C} > 7,5^\circ\text{C} \quad \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

V technické místnosti nebude nutné žádné vytápění, minimální předepsaná teplota je dosažena. V případě, že by teploty nebylo dosaženo, řešil bych to umístěním elektrického přímotopného konvektoru.

Návrh větracích otvorů a protidešťové žaluzie

$$\text{Plocha } S = V_{sp,z} / v = 0,0168 / 1,5 = 0,01119 \text{ m}^2$$

Návrh viz. níže

B.12.2. Tepelná bilance technické místnosti v létě

Vstupní údaje

Výkon pro ohřev teplé vody $Q_z = 9270 \text{ W}$

Výpočtová venkovní teplota = 30°C

Návrh

Tep. Produkce kotlů a rozvodů do okolí se rovná cca 1,5% výkonu kotlů. Tep. Zisky vznikají kotlem pro ohřev teplé vody a osluněním okny a stěnami. Technická místnost žádná okna a sdílení tepla stěnami je zanedbatelné.

$$Q_{z,zl} = p \cdot Q_z = 0,015 \cdot 9270 = 139 \text{ W}$$

Průtoky vzduchu

$$V_{\min} = 0,260 \cdot H - 0,25 = 0,260 \cdot 35 - 0,25 = 8,85 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$V_{sk} = \lambda \cdot V_{\min} = 1,3 \cdot 8,85 = 11,51 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Potřeba paliva v letním období

$$P_L = \sum Q_L / (\eta \cdot H) = 9270 / (0,94 \cdot 35 \cdot 10^6) = 0,0003 \text{ m}^3/\text{s}$$

Průtok spalovacího vzduchu

$$V_{sp,L} = V_{sk} \cdot PL = 11,51 \cdot 0,0003 = 0,0032 \text{ m}^3/\text{s} = 11,67 \text{ m}^3/\text{h}$$

Průtok vzduchu pro větrání stanovený z minimální 0,5-násobné výměny vzduchu

$$V_{sp,L} = n \cdot O = 0,5 \cdot 35,4 / 3600 = 0,0049 \text{ m}^3/\text{s} = 17,70 \text{ m}^3/\text{h}$$

Průtok vzduchu pro spalování nepřevyšuje průtok spalovacího vzduchu. Proto budeme dále uvažovat s hodnotou průtoku vzduchu pro větrání stanovený z minimální 0,5-násobné výměny vzduchu:

$$n_z = V/O = 17,70 / 35,4 = 0,50/\text{h}$$

Měrná tepelná ztráta tech. místnosti větráním pro průtok vzduchu

$$H_v = V \cdot \rho c = 0,0049 \cdot 1300 = 6,39 \text{ W/K}$$

Teplota vzduchu v kotelně

$$t_{i,L} = t_i + (Q_{z,L} / (+H_v)) = 30 + (139 / 6,39) = 51,76^\circ\text{C} < 35^\circ\text{C} \rightarrow \text{Nevyhovuje}$$


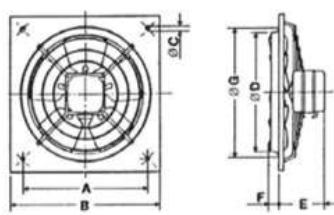
Maximální teplota v létě je 35°C . To znamená, že pro letní období musíme zvýšit průtok vzduchu.

$$V_L = Q_{z,L} / (\rho \cdot c \cdot \Delta t) = 135 / (1300 \cdot 5) = 0,0214 \text{ m}^3/\text{s} = 77,01 \text{ m}^3/\text{h}$$

Výměna vzduchu

$$n = V_L/O = 77,01 / 35,4 = 2,18/\text{h}$$

Nejsme schopni zajistit takovou výměnu vzduchu přirozeným větráním. Proto navrhujeme nástěnný axiální ventilátor, který zajistí přívod vzduchu.

foto	nákres	velikost	průtok vzduchu (m ³ /h)	rozměr B (mm)
		200	400	300
		250	700	335
		300	1000	400
		350	1500	465
		400	2500	500

Technické údaje 14: Axiální ventilátor [4]

V případě tohoto řešení musíme zajistit odvod vzduchu přetlakem pomocí větracím potrubím, které bude mít u výstupu z objektu osazenou protidešťovou žaluzii.

Návrh větracích otvorů

Návrh protidešťové žaluzie

Plocha $S = V_{sp,z}/v = 0,0168/1,5 = 0,0112 \text{ m}^2$

Navrhuji dešťovou žaluzii 200x200mm s průtočnou plochou 0,02m²

Hmotnost žaluzie (bez R1, R2, S) - G [kg] Průtoková plocha - F [m ²]													
a \ b	200	250	280	315	355	400	450	500	560	630	710	800	900
200	G 0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1
	F 0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,12
250	G 0,8	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4
	F 0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16
280	G 0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,7
	F 0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18
315	G 1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9
	F 0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,19	0,21
355	G 1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2
	F 0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,19	0,21	0,24
400	G 1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5
	F 0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,28
450	G 1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,9
	F 0,05	0,07	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,28	0,32
500	G 1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,5	3,8	4,2
	F 0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	0,14	0,16	0,19	0,21	0,24	0,27	0,31	0,35
560	G 1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,7
	F 0,07	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19	0,21	0,24	0,27	0,31	0,35	0,40
630	G 1,7	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,5	3,8	4,2	4,7	5,2
	F 0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,24	0,27	0,31	0,35	0,40	0,45

Technické údaje 15: Protidešťová žaluzie [4]

Průřez větracího potrubí pro odvod vzduchu

$$S = V_{sp,z}/v = 0,0049/1,5 = 0,003 \text{ m}^2 \Rightarrow D = 75 \text{ mm}$$

Rychlost proudění vzduchu

$$v = (V_L - V_{sp,L})/S_z + S_o = ((77,01 - 17,7)/3600)/(0,0112 + 0,003) = 1,139 \text{ m/s} < 2,5 \text{ m/s} \quad \rightarrow \text{Vyhovuje}$$

B.13. Roční spotřeba tepla a paliva

Vstupní údaje

Spotřeba teplé vody denně $V = 0,908 \text{ m}^3/\text{den}$

Tepelná ztráta budovy $Q_t = 40,47 \text{ kW}$

Výstupní teplota vody $t_1(\text{zima}) = 10^\circ\text{C}$

Výstupní teplota vody $t_1(\text{léto}) = 15^\circ\text{C}$

Výstupní teplota vody $t_2 = 55^\circ\text{C}$

Výpočtová vnitřní teplota $t_i = 20^\circ\text{C}$

Výpočtová vnější teplota $t_e = -12^\circ\text{C}$

Průměrná venkovní teplota $t_{es} = 3,6^\circ\text{C}$

Počet dní otopného období $d = 222 \text{ dní}$

Účinnost zdroje tepla $\eta_{zdroj} = 0,94$

Účinnost systému distribuce $\eta_{distr} = 0,55$

Výhřevnost zemního plynu $H = 35 \text{ MJ/m}^3$

B.13.1. Příprava teplé vody

Příprava ohřevem ve smíšeném zásobníkovém ohříváči s výměníkem

Požadovaná (využitelná) energie

$$E_{tv} = V \cdot v \cdot (t_2 - t_1) = 0,908 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 47,52 \text{ kWh/den}$$

Korekce proměnlivé vstupní teploty vzhledem k ročnímu období

$$k_t = (t_{tv} - t_{sv,L})/(t_{tv} - t_{sv,Z}) = (55 - 15)/(55 - 10) = 0,89$$

Roční potřeba tepla

$$E_{tv} = E_{TV,d} \cdot d + k_t + E_{TV,d} \cdot (350 - d) = 47,52 \cdot 222 + 0,89 \cdot 47,52 \cdot (350 - 222))/1000 = 15,96 \text{ MWh/r}$$

Spotřeba energie

$$E_{tv,SK} = E_{TV} / (\eta_{zdroj} * \eta_{distr}) = 15,96 / (0,94 * 0,55) = 30,86 \text{ MWh}$$

B.13.2. Vytápění- krytí tepelné ztráty prostupem a přirozeným větráním

Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací

$$H_{T+I} = Q / \Delta t = 40,47 * 1000 / (20 - (-12)) = 1264,69 \text{ W/K}$$

Požadovaná (využitelná) energie

$$E_{UT} = 24 * \epsilon * e * D * H_{T+I} = 24 * 0,85 * 0,8 * 0,8 * 1264,69 * (222 * (18 - 3,6)) / 10^6 = 52,78 \text{ MWh/r}$$

Spotřeba energie

$$E_{UT} = E_{UT} / (\eta_{zdroj} * \eta_{distr}) = 52,78 / (0,9 * 0,95) = 61,74 \text{ MWh/r}$$

B.13.3. Roční spotřeba zemního plynu pro vytápění a ohřev vody

$$E = 3600 * (E/H) = 3600 * ((61,74 + 30,86) / 35) = 9524,54 \text{ m}^3/\text{r}$$

C. Technická zpráva

C.1. Úvod

Projektová dokumentace řeší vytápění a přípravu teplé užitkové vody pro novostavbu výrobní haly a kancelářskou částí v Troubsku. Výrobní hala s kancelářskou částí se nachází na ulici Veselá. Objekt je určen pro výrobu vodních dýmek a tabáků. V první podlaží se nachází technická místnost, kde se nachází veškerá technologie.

C.2. Popis objektu

Budova svým půdorysem tvoří jednoduchý obdélník. Jedná se o typickou ocelovou halu s celkovou výškou 9m. Objekt má plochou střechu a svislé stěny. Opláštění budovy je navrženo z fasádních sendvičových panelů. V předních dvou polích skeletu se nachází kancelář a je zde vsazeno patro. V ostatních polích se nachází výrobní část objektu. Vstup do objektu se nachází na západní straně objektu. Budova je navržena pro 25 zaměstnanců. V kancelářské části se nachází na druhém podlaží balkón.

C.3. Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování projektu vytápění je kompletní výkresová dokumentace stavební části objektu. Projektová dokumentace byla zpracována v souladu s příslušnými normami a prováděcími vyhláškami, především dle:

ČSN 73 0540-2 Tepelně technické vlastnosti budov – Požadavky

ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

ČSN EN 12828 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav

ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 06 0320 Ohřívání užitkové vody – Navrhování a projektování

TPG 704 01 Odběrná plynová zařízení v budovách - 176 -

Vyhláška 93/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu

NV 9/2013 Sb. (Úprava NV 361/2007 Sb.) – podmínky ochrany zdraví při práci

C.4. Tepelná ztráta objektu

Objekt se nachází v lokalitě Troubsko, kde je venkovní výpočtová teplota $t_e = -12\text{ °C}$. V nadmořské výšce 300 m n. m. Výpočtové tepelně-technické parametry stavebních konstrukcí vycházejí z navržených konstrukcí stavebních prvků a jsou v souladu s požadavkem ČSN 73 0540-2:2001. Celková tepelná ztráta objektu činí **40499 W**.

C.5. Potřeba energie a spotřeba paliv

Roční potřeba tepla je vypočtena denostupňovou metodou. Spotřeba paliva je vypočtena pro zemní plyn.

Roční potřeba tepla na vytápění 30,86 MWh/rok

Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody 61,74 MWh/rok

Celková potřeba tepla 92,60 MWh/rok

Roční spotřeba zemního plynu pro vytápění a ohřev vody 9524,54 m³/rok

C.6. Technické řešení

C.6.1. Zdroj tepla

Zdrojem tepla pro vytápění a ohřev teplé vody je kaskáda dvou kondenzačních plynových kotlů Buderus GB192-25i o výkonu 24kW. Dohromady tedy 48kW. Teplotní spád otopné vody je 60/45°C. Kotle jsou instalovány v technické místnosti ve výrobní části objektu v prvním podlaží. Výkon jednoho kotle nepřesahuje 50kW a celkový výkon všech instalovaných kotlů nepřesahuje 100kW. Podle ČSN 07 0703 a vyhlášky č.91/1993 Sb. je místnost, kde jsou kotle instalovány klasifikována jako technická místnost. Používané palivo je zemní plyn. Kotel je v provedení s uzavřenou spalovací komorou, z hlediska členění plynových spotřebičů typ „C“. Oba kotle jsou osazeny uzavíracími a pojistnými armaturami a filtry nečistot. Odvod spalin je zajištěn přes koaxiální kouřovod Buderus a je vyveden minimálně 40cm nad střechu. Hydraulická stabilita bude zajištěna hydraulickým vyrovnávačem dynamických tlaků ETL-Ekotherm typ 63B. Pro přívod i odvod bude použito plastové potrubí, které zajistí spalovací vzduch z venkovního prostředí. V letních měsících bude zajištěn přívod vzduchu pomocí nástěnného axiálního ventilátoru opatřeného protidešťovou žaluzií.

C.6.2. Příprava teplé vody

Ohřev teplé vody je řešen přes zásobník s integrovaným výměníkem IVAR.EURO WW 150. Zásobník bude umístěn v technické místnosti. Objem zásobníku je 160l. Zásobník je připojen na studenou pitnou vodu, výstup teplé vody a cirkulaci. Tyto výstupy nejsou předmětem této technické zpráv.

C.6.3. Expanzní a zabezpečovací zařízení

Zabezpečovací zařízení chrání otopnou soustavu před překročením maximálního dovoleného tlaku nebo podtlaku. Objemové změny otopné vody vlivem změny teploty bude vyrovnávat tlaková expanzní nádoba IVAR.ERCE-50 o objemu 50l. Maximální přípustný tlak nádoby je 1000kPa. Nádoba je závěsná, umístěna v technické místnosti. Expanzní potrubí je napojeno na vratné potrubí kotlového okruhu. K ochraně otopné soustavy bude umístěn pojistný ventil s otevíracím tlakem na přívodní potrubí za výstupem ze zdroje tepla. Otevírací tlak těchto ventilů je 250kPa. Odvod kondenzátu vzniklého v kotlích a kouřovodech do kanalizace je řešen samospádem přes neutralizační zařízení Neutrakon firmy Buderus. Úprava a doplňování vody do otopné soustavy je zajištěna zařízením Fillcontrol Plus Compact od firmy Reflex

C.7. Otopná soustava

C.7.1. Popis otopné soustavy

Otopná soustava je navržena jako teplovodní dvoutrubková, protiproudá, s nuceným oběhem otopné vody s teplotním spádem 60/45 °C pro vytápění a 75/60 °C pro ohřev teplé vody. Z rozdělovače a sběrače umístěného v technické místnosti vede celkem 5 větví. Veškeré potrubí je měděné polotvrdé, spojováno lisováním. Teplo je předávané otopným tělesům Korado Radik VKU nebo Koralux Linear Max. V přívodním potrubí větví V1, V2, V3, V4 jsou navrženy třicestné směšovací armatury ESBE, které budou osazeny servopohony a ty připojeny na regulaci. Pro transport kapaliny budou použity oběhová čerpadla Grundfos. V nejnižších místech budou osazeny vypouštěcí ventily a na nejvyšších místech odvzdušňovací ventily. Nucený oběh otopné vody bude zajištěn oběhovými čerpadly Grundfos Alpha2. Je jich umístění a nastavení je uvedeno v návrhu čerpadel.

C.7.2. Popis otopných těles

V objektu jsou použity 2 typy otopných těles. Ve všech místnostech desková otopná tělesa Radik VKU, pouze v koupelnách jsou použity trubková otopná tělesa Koralux Linear Max.

Pro všechna tělesa jsou navrženy termostatické hlavice Heimeier typ DX

Radik VKU

Všechna tělesa mají spodní připojení pravé nebo levé podle výkresové dokumentace. Tělesa jsou opatřeny odvzdušňovacími ventily a termostatickými hlavicemi. Pro tělesa je navrženo připojovací šroubení Vekolux s vypouštěním.

Koralux Linerar Max

Všechna tělesa mají spodní středové připojení. Tělesa jsou opatřeny odvzdušňovacími ventily a termostatickými hlavicemi. Pro tělesa je navržen radiátorový ventil pro otopná tělesa s dvoubodovým připojením

C.7.3. Rozvody potrubí

Potrubí je po celém objektu vedeno v podlahách nebo ve stěnách. Potrubí bude zaizolováno tepelnou izolací z odlehčeného pěnového polyetyleny (Mirelon) nebo Rockwool PIPE/ PIPE ALS podle návrhu izolací. Přípojky otopných těles budou provedeny z Cu 15x1,0 TI nebo Cu 18x1,0 Cu. Kvůli dlouhý rovným úsekům rozvodů jsou navrženy „U“ kompenzátory podle návrhu kompenzace potrubí. V technické místnosti je potrubí vedeno volně pod stropem nebo po stěnách. Ve zbytku objektu je potrubí vedeno v podlaze nebo ve stěnách.

C.8. Požadavky na ostatní profese

C.8.1. Stavební práce

Požadavek na zhotovení prostupů v konstrukcích pro rozvodů vytápění a větrání. Požadavek na provedení roznášecí vrstvy podlahy až po uložení vodorovného potrubí.

C.8.2. Vzduchotechnika

Požadavek na zhotovení větracího potrubí pro odvod a přívod vzduchu do technické místnosti.

C.8.3. Zdravotechnika

Požadavek na zajištění dopravy pitné vody do technické místnosti pro automatické doplňování soustavy. Požadavek na zhotovení kanalizačního potrubí a napojení neutralizačního zařízení pro odvod kondenzátu do kanalizace. Požadavek na osazení podlahové vpusti napojené na kanalizační potrubí v prostoru technické místnosti.

C.8.4. Elektroinstalace

Požadavek na připojení technologického zařízení technické místnosti.

C.8.5. Plynofikace

Požadavek na přívod zemního plynu do technické místnosti a napojení kotlů.

C.8.5.1 Měření a regulace

Požadavek na řízení a sledování přípravy teplé vody.

Požadavek na zapojení a regulaci čerpadel.

Propojení jednotlivých funkčních prvků.

C.8.6. Montáž a uvedení do provozu

C.8.6.1 Zdroje tepla

Instalaci a uvedení kotlů do provozu musí provést pouze osoba způsobilá k těmto úkonům tzn. má patřičnou kvalifikaci a oprávnění k těmto činnostem. Návod na montáž a uvedení do provozu je uvedeno v technické dokumentaci k danému zařízení.

C.8.6.2 Otopná soustava

Instalaci a uvedení otopné soustavy do provozu musí provést pouze osoba způsobilá k tomuto úkonu tzn. má patřičnou kvalifikaci a oprávnění k těmto činnostem. Armatury v otopné soustavě se musí před uvedením do provozu nastavit na hodnoty podle projektu. Před provozem se musí provést patřičné zkoušky. Montáž a uvedení soustavy do provozu se provádí dle ČSN 06 0310. Musí se zajistit odkalení rozvodů propláchnutím soustavy pomocí oběhových čerpadel.

C.8.6.3 Zkoušky zařízení

Před uvedením zařízení do provozu je nutné provést zkoušky. Provedení zkoušek se provádí dle ČSN 06 0310.

První zkouška, která se provede je dilatační. Provádí se před zazděním drážek a provedením izolací. Otopná soustava se zahřeje na maximální pracovní teplotu soustavy a nechá se vychladnout na vnitřní návrhovou teplotu. Tento proces se zopakuje dvakrát. Kontroluje se, jestli nedojde k netěsnostem v potrubních rozvodech. Další zkouškou je zkouška těsnosti. Provádí se před zazděním drážek a provedením izolací. Otopná soustava

se zkouší na nejvyšší dovolený přetlak určený v projektu, odvzdušní se a nechá se napuštěná minimálně 6 hodin. Po tuto dobu se sleduje tlak v soustavě. Úspěšný výsledek zkoušky je pokud nedojde k poklesu tlaku nebo vzniku netěsností. Poslední zkouškou je topná zkouška při které se kontroluje funkce, nastavení a seřízení zařízení. Úspěšný výsledek zkoušky je pokud jsou všechna tělesa ohřívány rovnoměrně.

Výsledek všech zkoušek musí být zaznamenán do protokolu, popř. do stavebního deníku.

C.8.7. Ochrana zdraví a životního prostředí

C.8.7.1 Vliv na životní prostředí

Při instalaci a následného provozu systému nedojde ke zhoršení vlivů na životní prostředí.

C.8.7.2 Hospodaření s odpady

Při instalaci a provozu zařízení je nutné plnit požadavky na hospodaření s odpady dle zákona č. 185/2011 Sb..

C.8.7.3 Požární ochrana

Při instalaci a provozu zařízení jsou kladeny zvláštní požadavky na požární ochranu stanovených v ČSN 73 0810.

C.8.7.4 Bezpečnost při realizaci díla

Bezpečnost při realizaci díla zajišťuje zhotovitel ve smyslu zákona č. 262/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky č. 591/2006 Sb..

C.8.7.5 Bezpečnost při provozu a užívání zařízení

Zařízení smí obsluhovat pouze poučená a zaškolená osoba. Při obsluze zařízení a servisních činnostech je nutno dodržovat postupy uvedené v návodech obsluze jednotlivých zařízení. Zhotovitel je povinen předat dokumenty pro obsluhu zařízení osobě obsluhující tyto zařízení.

D. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vypracovat projektovou dokumentaci pro vytápění a přípravu teplé vody výrobní haly s kancelářskou částí Meduse Design v Troubsku.

V první teoretické části jsem se zabýval otopnými soustavami a problematikou oběhových čerpadel.

V druhé výpočtové části jsem zpracoval kompletní návrh otopné soustavy a systém přípravy teplé vody. Otopná soustava je teplovodní, dvoutrubková s nuceným oběhem topné vody. Při výpočtu tepelných ztrát jsem využil software Techcon. Výsledky, které jsem získal jsem porovnal s ručními výpočty pro ověření správnosti výpočtů. Zdrojem tepla jsem zvolil kaskádu dvou plynových kondenzačních kotlů Buderus Logamax 192-25i. Teplotní spád je 60/45°C. Pro ohřev teplé vody jsem návrh zásobníkový ohřívač s jedním integrovaným výměníkem IVAR.EURO WW 150 o objemu 160l. Teplotní spád je 70/60°C. Za otopná tělesa jsem zvolil desková tělesa firmy Korado Radik VKU a trubková Koralux Linear Max.

V třetí projektové části je zpracována technická zpráva, která posuzuje navržený systém vytápění.

Součástí projektu je i výkresová dokumentace.

Bakalářská práce byla sepsána dle příslušných norem a platných předpisů.

E. Seznam použitých zdrojů

E.1. Seznam použité literatury:

- [1] BYSTRICKÝ, Václav a Antonín POKORNÝ. *Technická zařízení budov - B*. Vyd. 2. V Praze: Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03450-x.
- [2] POČINKOVÁ, Marcela a Lea TREUOVÁ. *Vytápění*. 4., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2008. Stavíme. ISBN 978-80-7366-116-8.
- [3] CIHLÁŘ, Jiří, Marcela POČINKOVÁ a Günter GEBAUER. *Technická zařízení budov: Ústřední vytápění I : cvičení, ateliérová tvorba*. Brno: CERM, 1998. ISBN 80-214-1142-2.
- [6] UDOLF, Jauschowetz. *Srdce teplovodního topení, hydraulika*. 2004. Wien,: Herz Armaturen Ges, 2004. ISBN 3-.

E.2. Seznam internetových zdrojů:

- [4] pocinkova.m. [Online] [Citace: 29. 05. 2020.]
<https://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni.htm>
- [5] <http://www.snizujeme.cz/> [Online] [Citace: 29. 05. 2020.]
<http://www.snizujeme.cz/clanky/druhy-otopnych-soustav/>
- [7] <https://vytapeni.tzb-info.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]
<https://vytapeni.tzb-info.cz/9273-rizeni-okrskovych-tepelnych-soustav>
- [8] <https://www.korado.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]
<https://www.korado.cz/produkty/radik/radik-vku.html>
- [9] <https://www.korado.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]
<https://www.korado.cz/produkty/koralux/koralux-linear-max.html>
- [10] <https://www.imi-hydronic.com/> [Online] [Citace: 2.6.2020]
<https://www.imi-hydronic.com/sites/EN/cs-cz/Produkty/termostatická-regulace/termostatické-hlavice-a-ventily/armatury-pro-otopná-tělesa-s-integrovanou->

[ventilovou-vložkou/pages/product.aspx?ptitle=Vekolux&pid=8daf6b96-553f-4532-84ec-fa270a1226fd](https://www.ventilovou-vložkou/pages/product.aspx?ptitle=Vekolux&pid=8daf6b96-553f-4532-84ec-fa270a1226fd)

[11] <https://www.imi-hydronic.com/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

<https://www.imi-hydronic.com/sites/EN/cs-cz/Produkty/termostatick%C3%A1-regulace/termostatick%C3%A9-hlavice-a-ventily/termostatick%C3%BD-ventil-s-radi%C3%A1torov%C3%BDm-p%C5%99ipojen%C3%ADm/Multilux/30449e05-3fcc-4bc6-992a-ee528ebaa7d4>

[12] <https://www.ivarcs.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

<https://www.ivarcs.cz/storage/File/38001-40000/39346-file-CSNAVOD-Ohrivace-vody-zasobnikove-s-integrovanymi-vymeniky-2019.pdf>

[13] <https://www.ivarcs.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

<https://www.ivarcs.cz/storage/File/34001-36000/35291-file-CSNAVOD-Aquahot-35-500l.pdf>

[14] <https://www.herz.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

https://www.herz.cz/data/product/images/2993/tl_1-261x-01_pojistny-ventil_cz_web.pdf

[15] <https://www.etl.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

https://www.etl.cz/prilohy/ETL_511_2012%2001.pdf

[16] <http://www.reflexcz.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

<http://www.reflexcz.cz/cz/fillcontrol-vytapeni-bez-starosti>

[17] <https://www.etl.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

https://www.etl.cz/prilohy/ETL_407_2012%2001.pdf

[18] <http://bhcjilove.cz/wp/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

http://www.bhcjilove.cz/pdf_new/kovove_kompenzatory_cz_en.pdf

[19] <https://vytapeni.tzb-info.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

<https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubi-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>

[20] <https://www.univent.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

<https://www.univent.cz/web/cs/product/hxm-200-nastenny-axialni-ventilator>

[21] <https://cz.grundfos.com/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

[https://product-](https://product-selection.grundfos.com/catalogue.applications.vyt%C3%A1p%C4%9Bn%C3%AD.alpha.alpha2.alpha2.html?time=1591311999001)

[selection.grundfos.com/catalogue.applications.vyt%C3%A1p%C4%9Bn%C3%AD.alpha.alpha2.alpha2.html?time=1591311999001](https://product-selection.grundfos.com/catalogue.applications.vyt%C3%A1p%C4%9Bn%C3%AD.alpha.alpha2.alpha2.html?time=1591311999001)

[22] <https://medenerozvody.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

<https://medenerozvody.cz/odborne-dimenzovani-dilatacnich-kusu>

[23] <https://www.korado.cz/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

<https://www.korado.cz/produkty/radik/vseobecne-udaje/doporucene-vybaveni/termostaticke-hlavice.html>

[24] <https://www.buderus.com/> [Online] [Citace: 2.6.2020]

<https://www.buderus.com/cz/cs/ocs/rodinne-domy-a-byty/logamax-plus-gb192i-757198-p/>

F. Seznam použitých zkratk a označení

CO₂ – oxid uhličitý

tj. – to je

tzv. – takzvaný

h – výška [m]

apod. – a podobně

NP – nadzemní podlaží

d – tloušťka materiálu [m]

λ – součinitel tepelné vodivosti materiálu [W.m⁻¹.K⁻¹]

R – tepelný odpor kce [m² .K.W⁻¹]

R_{si} – odpor přestupu tepla na vnitřní straně [m² .K.W⁻¹]

R_{se} – odpor přestupu tepla na vnější straně [m² .K.W⁻¹]

R_T – celkový tepelný odpor kce [m² .K.W⁻¹]

U – součinitel prostupu tepla [W.m⁻² .K⁻¹]

U_N – normová hodnota součinitele prostupu tepla [W.m⁻² .K⁻¹]

t_i – teplota interiéru [°C]

t_e – teplota exteriéru [°C]

v – rychlost [m/s]

α_p – celkový součinitel přestupu tepla [W.m⁻² .K⁻¹]

HVDT – hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

R+S – rozdělovač se sběračem

H – dopravní výška čerpadla [Pa]

H_t – měrná ztráta prostupem tepla [W/K]

U_{em} – průměrný součinitel prostupu tepla [W*m⁻²*K⁻¹]

f_{g1} – součinitel, uvažující vliv roční změny venkovní teploty

f_{g2} – opravný součinitel, zahrnující rozdíl mezi průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou

e – součinitel stínění

n – násobnost výměny vzduchu

n_{50} – hodnota intenzity výměny vzduchu při rozdílu 50Pa

V_{min} – nejmenší požadované množství vzduchu [m³]

b – redukční teplotní součinitel

A – plocha konstrukce [m²]

ξ – součinitel místních odporů

Z – tlakové ztráty vřazenými odpory [Pa]

R_l – tlakové ztráty třením [Pa]

α – součinitel délkové roztažnosti [mm/mK]

Δt – rozdíl teplot [K]

Δl – prodloužení potrubí [mm]

G. Seznam příloh

Výkresová dokumentace

Výkres č.1- Půdorys 1.NP

Výkres č.2- Půdorys 2.NP

Výkres č.3- Schéma zapojení otopných těles- větev 1,2

Výkres č.4- Schéma zapojení otopných těles- větev 3,4

Výkres č.5- Půdorys technické místnosti

Výkres č.6- Schéma technické místnosti

H. Seznam obrázků, tabulek a technických údajů

H.1. Seznam obrázků

Obrázek 1:	Příklad vodní tepelné soustavy [4].....	16
Obrázek 2:	Základní schémata teplovodních soustav, a-s přirozeným oběhem teplotnosné látky, b- s nuceným oběhem teplotnosné látky [1]	18
Obrázek 3:	Příklad otopné soustavy s přirozeným oběhem vody, otevřené, dvoutrubkové, se spodním rozvodem [4].....	19
Obrázek 4:	Příklad otopné soustavy s nuceným oběhem vody, uzavřené, jednotrubkové, se spodním rozvodem, vertikální [4]	20
Obrázek 5:	Charakteristika čerpadla [6]	24
Obrázek 6:	Hydraulická charakteristika tepelné soustavy [7].....	25
Obrázek 7:	Charakteristika čerpadla se třemi stupni otáček [6]	26
Obrázek 8:	Strmá a plochá charakteristika čerpadla [6]	26
Obrázek 9:	Odchyly při různých charakteristikách [6].....	27
Obrázek 10:	Výkonová charakteristika topného tělesa [6].....	29
Obrázek 11:	Řez čerpadlem se suchým rotorem [6]	30
Obrázek 12:	Řez mokroběžným čerpadlem [6].....	30
Obrázek 13:	Přípustné montážní polohy [6].....	31
Obrázek 14:	Konstrukce obvodové stěny S1a.....	34
Obrázek 15:	Konstrukce obvodové stěny S1b.....	35
Obrázek 16:	Konstrukce obvodové stěny S1c	36
Obrázek 17:	Konstrukce obvodové stěny S1d.....	37
Obrázek 18:	Konstrukce nosné stěny S2	38
Obrázek 19:	Konstrukce podlahy P1	39
Obrázek 20:	Konstrukce podlahy P2	40

Obrázek 21:	Konstrukce střechy R1	41
Obrázek 22:	Konstrukce střechy R2	42
Obrázek 23:	Konstrukce stropů T1	43
Obrázek 24:	Konstrukce stropů T2.....	44
Obrázek 25:	Armatura Vekolux [10].....	72
Obrázek 26:	Armatura Multilux [11].....	72
Obrázek 27:	Termostatická hlavice Heimeier DX [23]	73
Obrázek 28:	Odběrový diagram teplé vody.....	74
Obrázek 29:	Plynový kondenzační kotel Logamax plus GB192i [24].....	76
Obrázek 30:	Pojísný ventil Herz [14]	80
Obrázek 31:	HVDT 63B [15].....	81
Obrázek 32:	Automatické doplňovací zařízení FillControl Plus Compact [16].....	82
Obrázek 33:	Doporučené rozteče Rozdělovače a sběrače [17]	82
Obrázek 34:	Rozdělovač a sběrač RS KOMBI [17]	83
Obrázek 35:	Stavitelný stojan SS 80/150 [17].....	84
Obrázek 36:	Kompenzátor „U“ [22].....	94

H.2. Seznam tabulek

Tabulka 1:	Posouzení součinitelů prostupu tepla.....	45
Tabulka 2:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (1)	52
Tabulka 3:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (2)	53
Tabulka 4:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (3)	54
Tabulka 5:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (4)	55
Tabulka 6:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (5)	56
Tabulka 7:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (6)	57
Tabulka 8:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (7)	58
Tabulka 9:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (8)	59
Tabulka 10:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (9).....	60
Tabulka 11:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (10)	61
Tabulka 12:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (11)	62
Tabulka 13:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (12)	63
Tabulka 14:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (13)	64
Tabulka 15:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (14)	65
Tabulka 16:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (15)	66
Tabulka 17:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (16.....	67
Tabulka 18:	Výpočet tepelných ztrát- Techcon (17)	68
Tabulka 19:	Návrh otopných těles.....	69
Tabulka 20:	Denní spotřeba TV.....	74
Tabulka 21:	Dimenzování větve V1	84
Tabulka 22:	Dimenzování větve V2.....	85
Tabulka 23:	Dimenzování větve V3 (1)	85
Tabulka 24:	Dimenzování větve V3 (2)	86

Tabulka 25:	Dimenzování větve V4 (1)	86
Tabulka 26:	Dimenzování větve V4 (2)	87
Tabulka 27:	Dimenzování kotlového okruhu.....	87
Tabulka 28:	Dimenzování okruhu pro ohřev TV.....	88
Tabulka 29:	Charakteristický rozměr kompenzátoru „U“ [22].....	94
Tabulka 30:	Tepelná izolace 18x1 [19]	96
Tabulka 31:	Tepelná izolace 22x1 [19]	97
Tabulka 32:	Tepelná izolace 28x1,5 [19]	98
Tabulka 33:	Tepelná izolace 35x1,5 [19]	99
Tabulka 34:	Tepelná izolace 42x1,5 [19]	100

H.3. Seznam technických údajů

Technické údaje 1: Korado Radik VKU [8]	70
Technické údaje 2: Korado Koralux Linear Max [9]	71
Technické údaje 3: Zásobníkový ohřívač vody [12]	75
Technické údaje 4: Plynový kondenzační kotel Logamax plus GB192i [24]	77
Technické údaje 5: Expanzní tlaková nádoba[13].....	79
Technické údaje 6: Technické údaje pojistného ventilu Herz [14]	80
Technické údaje 7: HVDT 63B [15]	81
Technické údaje 8: Rozdělovač a sběrač RS KOMBI [17].....	83
Technické údaje 9: Stavitelný stojan SS 80/150 [17].....	83
Technické údaje 10: Oběhové čerpadlo č.1- Větev 1 [21]	89
Technické údaje 11: Oběhové čerpadlo č.2- Větev 2 [21]	90
Technické údaje 12: Oběhové čerpadlo č.3- Větev 3 [21]	91
Technické údaje 13: Návrh oběhového čerpadla š.4- Větev 4 [21]	92
Technické údaje 14: Axiální ventilátor [4].....	104
Technické údaje 15: Protidešťová žaluzie [4]	104